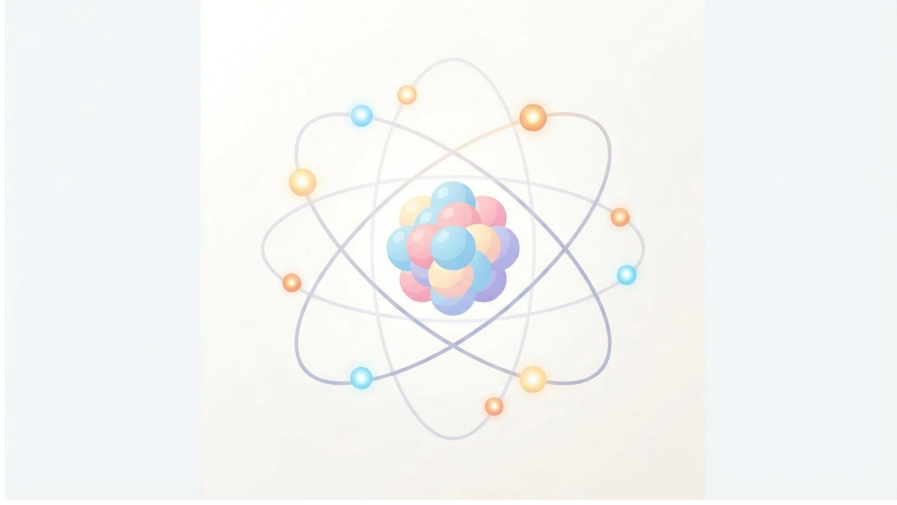


Elektrik Y¼kleri ve Enerji D¼n¼þ¼m¼



Çoktan Seçmeli Sorular

1. (5 Puan)

Elektrik enerjisi farklı cihazlarda ışık, ısı veya hareket enerjisine dönüştürülebilir. Cihazın amacı dışındaki enerji dönüşümleri 'kayıp' olarak değerlendirilir ve verimi düşürür.

Bir öğrenci, bir tiyatro salonunun aydınlatma sistemini tasarlarken, ortamın aşırı ısınmasını önlemek ve aylık elektrik tüketim maliyetini 500 TL'nin altında tutmak istiyor. Tasarımında üç farklı senaryoyu deniyor: Senaryo I'de 20 adet 100 W'lık akkor filamanlı ampul, Senaryo II'de 5 adet yüksek güçlü mutfak robotu motoruna bağlı mekanik aydınlatma düzeneği, Senaryo III'te ise 30 adet 15 W'lık LED lamba kullanıyor. Öğrenci, Senaryo I'in ortamı çok ısıttığını ve fatura hedefinin aşıldığını gözlemliyor. Öğrencinin Senaryo I'de başarısız olmasının ve ortamın ısınmasının temel bilimsel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kullanılan lamba sayısının (20 adet) ortamın alanına göre çok fazla olması nedeniyle ışığın ortamda tutulması.

B) Akkor ampullerin LED lambalara göre daha az ışık üretmesi ve devreden geçen toplam akımın 500 TL'yi aşması.

C) Akkor ampullerde elektrik enerjisinin büyük bir kısmının amaç dışı olarak ısı enerjisine dönüşmesi ve enerji verimliliğinin çok düşük olması.

D) Vantilatör ve mutfak robotu gibi cihazların ortamdaki ısıyı dağıtmayıp ışık enerjisini soğurması.

Açıklama: Akkor filamanlı ampuller, elektrik enerjisini ışığa dönüştürürken enerjinin yaklaşık %95'ini ısıya çevirir. Tiyatro salonunun aşırı ısınması ve maliyetin artmasının nedeni, aydınlatma amacıyla harcanan enerjinin büyük bölümünün ısıya dönüşerek boşa gitmesi, yani enerji verimliliğinin düşük olmasıdır. Fatura tutarı veya mekanik düzenekler, asıl fiziksel kavram olan 'verimlilik ve ısıya dönüşüm'den ziyade çeldirici detaylardır.

2. (5 Puan)

Bir laboratuvar dersinde öğretmen, başlangıçta nötr olan K, L ve M iletken kürelerini kullanarak bir deney tasarlıyor. K küresi, yalıtkan sapından tutularak L küresine sürtülüyor ve L'nin kütlesinde ölçülemeyecek kadar küçük bir artış olduğu varsayılıyor. Daha sonra K küresi, topraklanmış M küresine yaklaştırılıyor. M küresinin toprak bağlantısı kesildikten sonra K küresi uzaklaştırılıyor. Deneyi izleyen öğrenciler şu yorumları yapıyor:

Ali: 'K küresi L'ye sürtüldüğünde L küresi K'den negatif yük almış ve negatif yüklenmiştir, K ise negatif yük kaybettiği için pozitif yüklenmiştir.'

Ayşe: 'K küresi pozitif yüklendiği için M küresine yaklaştırıldığında M'deki pozitif yükleri toprağa iterek M'nin negatif yüklenmesini sağlamıştır.'

Mehmet: 'L küresi negatif yüklendiği için son durumda K ve L kürelerinin toplam yük miktarı artmıştır.'

(Not: İletkenlerde yalnızca elektronların hareket ettiği kabul edilir.)

Deneyde hangi öğrencilerin yaptığı yorumlar, cisimlerin elektriklenmesi olayında gerçekleşen yük alışverişinin temel prensibine tamamen uygundur?

A) Ali ve Ayşe

B) Yalnız Ali

C) Ayşe ve Mehmet

D) Ali, Ayşe ve Mehmet

Açıklama: Sürtünme ile elektriklenmede cisimler arasında sadece negatif yük (elektron) geçişi olur. K, L'ye sürtüldüğünde kütle artışı varsayımı (elektronların kütlesi olduğundan) L'nin elektron aldığını gösterir. Böylece L negatif, K ise pozitif yüklenir (Ali'nin yorumu doğru). Etki ile elektriklenmede K (pozitif) yaklaştırıldığında, topraktan M küresine negatif yükler çekilir; pozitif yükler hareket etmez. Ayşe'nin yorumunda 'pozitif yükleri toprağa iterek' ifadesi yanlıştır, çünkü pozitif yükler (protonlar) hareket etmez. Sürtünme ile elektriklenmede toplam yük korunur, artmaz (Mehmet'in yorumu yanlış). Bu nedenle yalnızca Ali'nin yorumu doğrudur.

3. (5 Puan)

Elektriklenme sürecinde yalnızca hareketli olan elektronlar transfer edilir, atom çekirdeğindeki protonlar hareket etmez. Ayrıca topraklama olayında da cisimle toprak arasında sadece elektron alışverişi olur.

Laboratuvarda yapılan bir deneyde, başlangıçta nötr olan K, L ve M cisimleri sırasıyla belirli işlemlere tabi tutuluyor. K cismi yalıtkan L kumaşına sürtülüyor, ardından L kumaşı topraklanmış iletken bir levhaya temas ettiriliyor. Sürtünme işlemi sırasında sistemin bulunduğu odanın sıcaklığı 20°C'den 25°C'ye çıkarılmıştır. Öğrenciler bu süreci analiz ederken şu hipotezi kuruyor: 'Sürtünme sonucunda K cisminin pozitif yüklenmesinin nedeni, L kumaşından K cismine proton geçmesidir. Sonrasında L kumaşının nötrlenmesi ise topraktan elektron almasıyla açıklanabilir.' Öğrencilerin kurduğu bu hipotezin hatalı kısımları ve düzeltilmiş hali hangi seçenekte doğru verilmiştir?

- A) Sürtünmede K'nın pozitif olması L'den elektron almasıyla olur. L kumaşı ise topraktan proton alarak nötrlenir.
- B) Sürtünmede K'nın pozitif olması L'ye proton vermesiyle olur. L kumaşı topraklanırken toprağa elektron vererek nötrlenir.
- C) Sürtünmede K'nın pozitif olması ortam ısınmasıyla olur. L kumaşı topraktan elektron alarak nötrlenir.

D) Sürtünmede K'nın pozitif olması K'dan L'ye elektron geçmesiyle olur. L kumaşı ise negatif yüklendiği için toprağa elektron vererek nötrlenir.

Açıklama: Sürtünme ile elektriklenmede protonlar hareket etmez. K cismi pozitif yükleniyorsa, bu durum elektron kaybettiğini (K'dan L'ye elektron geçtiğini) gösterir. Bu durumda L kumaşı negatif yüklenmiş olur. Negatif yüklü iletken L cismi (kumaş) topraklanmış levhaya değdiğinde fazla elektronlar toprağa akar ve kumaş nötrlenir. Ortam sıcaklığı bu elektriklenme türünde belirleyici bir faktör değildir (yanıltıcı bilgidir).

4. (5 Puan)

Bir mühendis, yeni bir taşınabilir kamp bataryası tasarlarlarken farklı cihazların enerji dönüşüm verimliliklerini test ediyor. Test sırasında 12V DC akım ile çalışan bir su ısıtıcısı, bir saç kurutma makinesi, bir vantilatör ve bir ütü kullanılıyor. Ölçümlerde, cihazların bazılarının içinden akım geçerken yüksek dirençli teller kullandığı ve bu tellerin kızararak enerji harcadığı gözlemleniyor. Ayrıca bataryanın dış yüzeyindeki termal sensörler, ortam sıcaklığının 25°C olduğu bir odada, bu üç cihaz çalışırken odanın sıcaklığının hızla arttığını gösteriyor. Tüm cihazlar prize aynı sürede takılı kaldığında çekilen akım miktarları (amper cinsinden) 5A, 4A, 1.5A ve 6A olarak kaydediliyor.

Aşağıdaki cihazlardan hangisi, çalışma prensibi bakımından elektrik enerjisini dönüştürdüğü temel enerji formu yönüyle diğerlerinden farklıdır?

- A) Saç kurutma makinesi
- B) Su ısıtıcısı (Ketıl)
- C) Vantilatör**
- D) Elektrikli ütü

Açıklama: Soru, elektrik enerjisinin dönüştüğü farklı enerji formlarını analiz etmeyi gerektirir. Elektrikli ütü, saç kurutma makinesi ve su ısıtıcısı yüksek dirençli teller kullanarak elektrik enerjisini doğrudan ısı enerjisine dönüştürmeyi amaçlar (buradaki amper veya voltaj değerleri 'gürültü' bilgidir, prensip değişmez). Vantilatör ise bir elektrik motoru kullanarak elektrik enerjisini hareket (kinetik) enerjisine dönüştürür. Çeldiriciler, sadece sıcaklık değişimi veya dış görünüme odaklanan öğrencileri yanıltmak içindir.

5. (5 Puan)

Katı maddelerin elektriklenmesi olayı, atom altı parçacıkların özellikleriyle doğrudan ilişkilidir.

Laboratuvarında yapılan bir deneyde nötr durumda olan K ve L cisimleri birbirine sürtülüyor. Sürtünme işlemi bittikten sonra K cisminin pozitif (+), L cisminin ise negatif (-) elektriklerle yüklendiği gözlemleniyor. Bir öğrenci bu durumu şu şekilde açıklıyor:

'Sürtünme sırasında ısınan cisimlerin çekirdek yapıları genleşmiş, L cisminden kopan pozitif yükler K cismine geçmiş, aynı anda K cisminden kopan kütle daha küçük negatif yükler (elektronlar) L cismine geçerek her iki cismi elektriklerle yüklemiştir. Son durumda K cisminin kütlesi başlangıca göre artmış, L'nin ise azalmıştır.'

Öğrencinin açıklaması dikkate alındığında, bu açıklamadaki temel bilimsel hata ve doğrusu aşağıdakilerden hangisidir?

A) Hata: K'nin pozitif, L'nin negatif yüklendiğinin söylenmesidir. Doğrusu: İkisi de aynı cins yüklenir ve elektron alışverişi tek yönlüdür.

B) Hata: Pozitif yüklerin hareket ettiğinin ve L'nin kütlelerinin azaldığının söylenmesidir. Doğrusu: Sadece negatif yükler hareket edebilir, K cismi negatif yüklerini L'ye vermiş, bu yüzden L'nin kütlesi artmış, K'nin azalmıştır.

C) Hata: Cisimlerin çekirdek yapılarının genleştiği söylenmesidir. Doğrusu: Çekirdek değil sadece yörüngeler genişler ve yük alışverişi buradan olur.

D) Hata: Sürtünen cisimlerde elektronların kütlelerinin küçük olduğunun belirtilmesidir. Doğrusu: K ve L'nin proton kütleleri daha küçüktür, bu yüzden hareket etmişlerdir.

Açıklama: Katı maddelerde elektriklenme, sadece negatif yüklü olan elektronların bir cisimden diğerine geçmesiyle gerçekleşir. Pozitif yüklü protonlar çekirdekte bulunur ve hareket edemez. Sürtünme ile elektriklenmede elektron kaybeden pozitif (+), kazanan negatif (-) yüklenir. Elektronların çok küçük de olsa bir kütlesi olduğu için elektron alan cismin (L'nin) kütlesi çok az da olsa artarken, veren cismin (K'nin) azalır. Öğrencinin 'pozitif yükler hareket eder' demesi hatalıdır.

6. (5 Puan)

Elektriklenme olayları ve yük korunumu incelenmektedir.

Laboratuvarında gerçekleştirilen bir deneyde, başlangıçta tamamen nötr olan ve özdeş yalıtkan saplara sahip K, L ve M cisimleri kullanılıyor. Öğrencilerden Ayşe, K cismini L cismine sürttüğünden sonra, L cismini bir tel vasıtasıyla M cismine dokunduruyor. Son durumda K cisminin pozitif (+) yüklü, M cisminin ise negatif (-) yüklü olduğu tespit ediliyor. Deney sırasında ortamın bağıl neminin %40 ve sıcaklığının 25°C olduğu ölçülmüştür. Ayşe bu verilerden yola çıkarak şu değerlendirmeyi yapıyor: 'K ve L sürtündüğünde protonlar K'den L'ye geçmiş olmalı ki K pozitif yüklensin. L de bu sayede pozitif yük kazanmış ve M'ye dokunduğunda M'nin negatif yüklerini çekmiştir.' Ayşe'nin değerlendirmesindeki hata ve sistemin gerçek yük dağılımı ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

A) Ayşe'nin hatası, elektriklenmede protonların hareket ettiğini varsaymasıdır; ancak L sürtünmeyle K'den proton değil elektron almış ve pozitif yüklenmiştir.

B) Ayşe'nin hatası L'nin son yükünü yanlış belirlemesidir; K ve L arasındaki sürtünmede ortamın nemi nedeniyle yük transferi sadece protonlar üzerinden gerçekleşmiştir.

C) Ayşe'nin hatası L'nin pozitif yüklendiğini düşünmesidir; gerçekte K elektron vererek pozitif yüklenmiş, L ise bu elektronları alarak negatif yüklenmiştir ve dokunma ile M de negatif olmuştur.

D) Ayşe'nin hatası sürtünme ile elektriklenmede cisimlerin aynı cins yüklendiğini düşünmesidir; K ve L zıt yüklenmiş, L elektron kaybederek negatif olmuştur.

Açıklama: Sürtünme ile elektriklenmede hareket eden parçacıklar elektronlardır, protonlar çekirdekte sabit olduğundan hareket etmezler. K pozitif yüklendiğine göre K'den L'ye elektron geçmiştir, dolayısıyla L negatif yüklenmiştir. Daha sonra L, nötr M'ye dokundurduğunda üzerindeki fazla elektronların bir kısmını M'ye aktararak M'nin de negatif yüklenmesini sağlamıştır. Nemin %40 olması ve sıcaklık gibi veriler, yük transferinin temel mekanizmasını değiştirmeyen çeldirici bilgilerdir.

7. (5 Puan)

Elektrikli cihazlar temel işlevlerine göre enerji dönüşümü (ısı, ışık, hareket) gerçekleştirir, ancak çoğu zaman istenmeyen yan enerjiler de (kayıp ısı vb.) açığa çıkar.

Bir öğrenci, elektrik enerjisi dönüşümlerini incelemek için 220V ile çalışan dört cihaz seçiyor. Birinci cihaz, içerisindeki yüksek dirençli tungsten tel sayesinde ortamı aydınlatırken 60°C sıcaklığa ulaşıyor. İkinci cihaz, bir pervaneyi döndürerek hava akımı oluştururken motor gövdesi 35°C'ye ısınıyor. Üçüncü cihaz, suyu kaynatmak için tasarlanmış olup dış yüzeyinde dijital bir saat göstergesi içeriyor. Dördüncü cihaz, şarj edilebilir bataryası ile mekanik parçaları delme işlemi yapıyor ve aynı zamanda küçük bir LED aydınlatma sunuyor. Öğrenci, sadece birincil (temel) amacı ısı veya hareket üretmek olan ve aynı zamanda yapısında elektrik motoru bulunduran cihazları 'A Grubu'na, temel amacı ışık üretmek olan cihazları 'B Grubu'na ayırıyor. Öğrencinin oluşturduğu gruplama sisteminde bir mantık hatası yaptığı bilinmektedir. Hangi seçenekte öğrencinin sistemindeki hata ve cihazların doğru sınıflandırılması için gereken temel prensip açıklanmıştır?

A) İkinci cihazın temel amacı hareket olsa da ısı üretmesi onu A grubundan çıkarır; temel üretim tek bir enerji türü olmalıdır.

B) Birinci cihazın aydınlatma yapması onu temel ısı üreticisi yapmaz, asıl amacı ışık üretimidir; öğrenci onu yanlış değerlendirmiş olabilir.

C) Üçüncü cihazın saat göstergesi hareket enerjisi gerektirir; bu nedenle su kaynatsa da elektrik motoru barındırır.

D) Dördüncü cihaz hareket üretmesine rağmen LED barındırdığı için B grubuna aittir; bataryalı cihazlar elektrik motoru içermez.

Açıklama: Birinci cihaz (ampul) ışık üretmek amacıyla tasarlanmıştır, ürettiği ısı yan üründür. İkinci (vantilatör) ve dördüncü (matkap) cihazlar elektrik motoru ile hareket üretir, LED veya ısınma yan etkidir. Üçüncü cihaz (su ısıtıcısı) ısıtma amaçlıdır ama dijital saat hareket değil elektronik (ışık/sinyal) gerektirir ve su ısıtıcılarda genellikle rezistans vardır, elektrik motoru bulunmaz. Öğrenci, temel amaç olan 'ışık' ile yan ürün olan 'ısı'yı karıştırmıştır. Ampul temel olarak B grubuna aittir.

8. (5 Puan)

Fen bilimleri laboratuvarında gerçekleştirilen bir deneyde başlangıçta nötr olan yalıtkan K levhası ile yalıtkan L kumaşı birbirine sürtülüyor. Sürtünme işlemi bittikten sonra K levhası ile L kumaşının temas yüzeylerinde hafif bir sıcaklık artışı ölçülüyor. Ayrıca işlem sonrası yalıtkan iplerle tavana asılı olan özdeş ve nötr M ile N küreleri birbirine yaklaştırıldığında aralarında hiçbir itme veya çekme gözlemlenmiyor ancak K levhası M küresine yaklaştırıldığında küreyi kendine doğru çektiği görülüyor.

Deneyi yapan öğrenci, K levhasının elektrikle yüklü olduğunu doğrulamıştır. Başka bir öğrenci ise olayı şöyle açıklamıştır: 'Sürtünme sırasında her iki cisim de ısınmıştır. Isınan maddelerde genleşme olur, bu genleşme sebebiyle L kumaşından bazı protonlar K levhasına geçmiş ve K pozitif yüklenmiştir.' Bu açıklamanın bilimsel olarak hatalı olmasının temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Maddeler arası yük geçişinin sadece çekirdeğin etrafında hareketli olan elektronların transferiyle gerçekleşebileceğinin bilinmemesi.

B) Genleşmenin elektriklenme üzerinde doğrudan bir etkisinin olmadığı ancak ısınım yükleri hızlandırdığının unutulması.

C) Sürtünme ile elektriklenmede cisimlerin mutlaka zıt ve eşit miktarda elektrik yükü ile yüklenmesi gerektiğinin hesaba katılmaması.

D) Protonların değil, sadece çekirdekteki nötronların yer değiştirmesiyle yüklenme sağlanabileceğinin göz ardı edilmesi.

Açıklama: Sürtünme ile elektriklenmede ısı veya genleşme gibi faktörler, yük dengesinin bozulmasına neden olan mekanizmaların temel sebebi değildir; yalnızca sürtünmeden kaynaklanan ikincil olaylardır (gürültü/çeldirici bilgi). Elektriklenme tamamen elektron alışverişine dayanır. Öğrencinin açıklamasında asıl hata, çekirdekteki protonların hareket ettiğini veya transfer edildiğini iddia etmesidir. Protonlar hareket etmez, yük transferi daima dış yörüngelerdeki elektronların hareketliliği ile sağlanır. Bu yüzden M ve N küreleriyle ilgili kısımlar dikkati dağıtmaya yöneliktir ve asıl prensip elektronların hareket edebildiği, protonların edemediğidir.

9. (5 Puan)

Bir laboratuvarıda öğrenciler sürtünme ile elektriklenme üzerine bir deney tasarlıyor. Öğrenciler başlangıçta nötr olduğuna inandıkları bir ebonit çubuğu yün kumaşa sürtüyor (Birinci durum). Ardından başka bir grupta, metalik (iletken) özellik gösteren özel bir boya ile kaplanmış cam çubuk, nötr ipek kumaşa aynı sıcaklık ve nem koşullarında sürtülüyor (İkinci durum). Öğrenciler birinci durumda çubuk ile kumaşın zıt yüklenerek birbirini çekmesini, ikinci durumda ise cam çubuğun ipek kumaştan elektron alarak eksi yüklenmesini bekliyor. Deney ortamının sıcaklığı 25°C, nem oranı ise %45'tir.

Yapılan analizler sonucunda birinci durumda ebonit çubuğun yün kumaşı ittiği, ikinci durumda ise cam çubuğun ipek kumaş ile nötr kaldığı gözlemlendiğine göre, öğrencilerin deneyi yaparken yaptıkları temel hata veya hatalı çıkarım aşağıdakilerden hangisidir?

A) Birinci durumda protonların kumaştan ebonite geçmesiyle yüklenme olmuş, ancak sürtünme öncesi her ikisinin aynı işaretli olması itme kuvvetine neden olmuştur.

B) Birinci durumda nötr kabul edilen ebonit ve yün kumaşın başlangıçta dışarıdan elektron kazanarak eksi yüklenmiş olması gerekirken, ikinci durumda cam çubuk ile ipek kumaştan proton geçişinin olacağı varsayılmıştır.

C) Birinci durumda ebonit çubuk ile yün kumaşın sürtünmeden önce aynı cins yüklü olması nedeniyle birbirini itmesi beklenirken, zıt yüklenme gerçekleşmeliydi; ikinci durumda ise iletken maddelerin sürtünmeyle elektriklenmemesi gözden kaçırılmıştır.

D) Birinci durumda ebonit çubuktan yün kumaşa elektron geçişi olmuş, ikinci durumda cam çubuğun elektron koparması sıcaklık nedeniyle engellenmiştir.

Açıklama: Sürtünme ile elektriklenmede nötr ebonit çubuk yün kumaşa sürtüldüğünde yün kumaştan ebonite elektron geçer, böylece ebonit (-), yün kumaş (+) yüklenir ve zıt yüklü oldukları için birbirlerini çekerler. Ancak birinci durumda itme gözlemlenmesi, malzemelerin başlangıçta nötr değil, aynı cins yüklü olduklarını gösterir (Flawed Application). İkinci durumda iletken boya ile kaplı bir madde sürtünme ile elektriklenemez; yükler yalıtkan yüzeylerde birikir, iletkende ise vücut veya toprak üzerinden akar. Sıcaklık ve nem oranları çeldirici verilerdir.

10. (5 Puan)

Elektriklenme, atomlardaki yük dengesinin bozulmasıyla gerçekleşir. Yük transferi ve yüklenme mekanizmalarında sadece hareketli olan yükler rol oynar. İletken veya yalıtkan malzemeler bu transfer süreçlerinde farklı davranışlar gösterebilir.

Laboratuvarıda gerçekleştirilen bir deneyde, başlangıçta nötr olan K, L ve M iletken küreleri yalıtkan saplarından tutularak çeşitli işlemlere tabi tutuluyor. Öğrencilerden Ayşe süreci şu şekilde kaydediyor: '1. Adım: K ve L birbirine sürtüldü. 2. Adım: Daha sonra sadece L küresi M küresine dokundurulup ayrıldı. Sonuç olarak M küresinin pozitif (+) yüklendiği gözlemlendi.' Ayşe bu duruma dayanarak şu hipotezi kuruyor: 'M küresi L'den pozitif yük almıştır, demek ki L küresi sürtünme sonucu K'den pozitif yük koparmıştır.' Buna göre, deneyin sonuçları ve Ayşe'nin çıkarımı ile ilgili aşağıdakilerden hangisi kesinlikle doğrudur?

A) Sürtünme sırasında K'den L'ye elektron geçmiştir, bu yüzden L negatif yüklenmiş ve M'ye elektron vererek onu pozitif yapmıştır.

B) M küresi pozitif yükleri L küresine verdiği için pozitif yüklenmiştir, dolayısıyla K küresi başlangıçta negatif yüklüdür.

C) M küresi pozitif yüklendiyse, 2. adımda M'den L'ye elektron geçişi olmuştur ve L küresi sürtünme anında K'ye elektron vermiştir.

D) Ayşe'nin hipotezi doğrudur; L küresi K'den pozitif yük alarak M'ye aktarmıştır.

Açıklama: Elektriklenmede hareket eden tek yük elektrondur (negatif yük). Pozitif yükler (protonlar) çekirdekte sabit olduğundan cisimler arası geçiş yapamazlar. Ayşe'nin 'pozitif yük aktarıldı' ve 'pozitif yük kopardı' şeklindeki hipotezi kökten yanlıştır. M küresinin son durumda pozitif (+) yüklenebilmesi için, dokunma anında M'den L'ye elektron geçmesi gerekir. M elektron kaybedince pozitif olur. Bu da L'nin 2. adım öncesi pozitif yüklü olduğunu, yani elektron aradığını gösterir. L'nin sürtünme sonucu pozitif yüklenmiş olması için K küresine elektron vermiş olması zorunludur. Seçenekler bu mantıksal zincire göre analiz edildiğinde C seçeneği süreci bilimsel olarak doğru açıklar. D seçeneği pozitif yük hareketini kabul ettiği için yanlıştır. A seçeneğinde L negatif yüklenir denmiş, ancak L negatif olsaydı M'ye elektron verip onu negatif yapardı. B seçeneği yine pozitif yük hareketini varsayar.

11. (5 Puan)

Bir bilim fuarında öğrenciler statik elektriklenme üzerine bir deney tasarlıyor. Kumaşa sürtülen bir plastik çubuğun, küçük kağıt parçalarını çektiği gözlemleniyor. Ayrıca ortamın nem oranının %60 olduğu ve çubuğun başlangıç kütlesinin 50,00 gram, deney sonrası kütlesinin 50,00 gram (hassas terazi sınırı içinde) olduğu not ediliyor. Öğrenciler durumu şu şekilde açıklıyor:

Emre: 'Kumaş çubuğa sürtüldüğünde, kumaştaki protonlar plastik çubuğa geçerek çubuğun yük dengesini bozdu, böylece çubuk kağıtları çekti.'

Zeynep: 'Nem oranı yüksek olduğu için su molekülleri yükleri daha hızlı ilettiler, bu yüzden elektriklenme daha şiddetli oldu.'

Ayşe: 'Sürtünme sırasında hareketli olan tek yük elektronlardır. Kumaştan veya çubuktan biri elektron kaybederken diğeri aynı miktarda elektron kazanmıştır, proton transferi fiziksel olarak mümkün değildir.'

Mustafa: 'Kütle değişmediğine göre, madde alışverişi olmamış, sadece kağıtlardaki yükler kendi içinde kutuplanmıştır, çubuk nötr kalmıştır.'

Deneyde Zeynep'in gözlemlediği duruma ve öğrencilerin yorumlarına göre, hangi öğrencinin yaptığı açıklama, süreci açıklamak için kullanılabilecek geçerli bir fiziksel modele tamamen uygundur?

- A) Sadece Emre'nin açıklaması geçerlidir.
- B) Emre ve Zeynep'in açıklamaları birlikte ele alındığında süreç açıklanır.
- C) Ayşe'nin açıklaması, elektriklenmenin doğasına uygun tek geçerli modeldir.**
- D) Mustafa'nın açıklaması doğru olsa da, Emre'nin gözlemi durumu tamamen açıklar.

Açıklama: Elektriklenme sürecinde yalnızca atomun yörüngesindeki elektronlar hareket eder. Protonlar çekirdekte bulundukları için çekirdek reaksiyonu (kimyasal veya fiziksel elektriklenme değil) olmadan başka bir maddeye aktarılamazlar. Emre, protonların hareket ettiğini öne sürerek hatalı bir model kurmuştur. Mustafa, kütle değişiminin elektron transferi kadar küçük olduğu için ölçülemediğini hesaba katmamış ve çubuğun nötr kaldığını söyleyerek elektriklenmeyi reddetmiştir. Zeynep'in verdiği nem verisi elektriklenmenin şiddetini artırmaz, aksine yüklerin hızlıca boşalmasına neden olur, bu yüzden hatalıdır. Sadece Ayşe'nin açıklaması, elektronların hareketine dayalı geçerli bir modeli ifade eder.

12. (5 Puan)

Bir öğrenci kulübündeki Ahmet, kamp için kendi ürettiği çok amaçlı bir cihazın (ısıtıcı, vantilatör ve aydınlatma) testini yapmaktadır. Tasarımında bir elektrik devresine sırasıyla bir adet rezistans teli (ısıtıcı), bir DC elektrik motoru (vantilatör) ve iki adet akkor flamanlı ampul (aydınlatma) bağlamıştır. Ahmet sistemi kurduktan sonra devrenin anahtarını kapattığında ısıtıcının istenen sıcaklığa ulaşmadığını, fanın çok yavaş döndüğünü ve lambaların sönük yandığını fark ediyor. Test sırasında termal kamerayla yaptığı ölçümlerde batarya ve bağlantı kablolarının da hafifçe ısındığını tespit ediyor (Sistemin başlangıç potansiyel farkı ve batarya kapasitesi yeterlidir). Ahmet'in devreyi tamamen seri olarak tasarladığı varsayılmaktadır.

Ahmet'in prototipi ile ilgili olarak yapılan değerlendirmelerden hangisi bilimsel olarak doğrudur?

- I. Fanın dönme hızının azalması, rezistans tellerinin elektriksel direncinin motorun gücünü düşürecek kadar yüksek olduğunu gösterir ve bu da devrenin seri bağlı olduğunun kanıtıdır.
- II. Sistem sadece ısı ve hareket enerjisi üretmek üzere tasarlanmış olsa da, enerjinin bir kısmının ampuller üzerinden zorunlu olarak ışığa dönüşmesi devrede enerji kaybı sayılır.
- III. Eğer devredeki tüm bileşenler paralel bağlanmış olsaydı, her bir bileşenin kullandığı toplam akım azalır ancak ısı, ışık ve hareket enerjisi çıkışları sabit kalırdı.
- IV. Cihazın anahtarından ölçülen toplam elektrik enerjisi, fanın kinetik enerjisi, ısıtıcının termal enerjisi ve ampullerin yaydığı ışık enerjisinin toplamından büyüktür.

- A) Yalnız I
- B) I, II ve IV
- C) I ve IV**
- D) II ve III

Açıklama: Ahmet'in devresindeki elemanların (rezistans, motor, ampuller) seri bağlanması, devrenin eşdeğer direncini artırır ve dolayısıyla ana koldan geçen akımı azaltır. Bu da elemanların amaçlanan işlevlerini tam performansla yerine getirememesine sebep olur (Fanın yavaş dönmesi ve ısıtıcının tam çalışmaması buna kanıttır, I. öncül doğrudur). Ampullerin ışık enerjisi yayması bu bileşenin çalışma prensibidir, dolayısıyla sisteme 'kayıp' demek yanlıştır (II. öncül hatalı). Bileşenler paralel bağlansaydı, her birinin uçları arasındaki gerilim sabit kalır, kollarındaki akım değişmez, ana koldaki akım artardı; enerji çıkışları sabit kalırdı ancak toplam kullanılan akım azalmazdı (III. öncül hatalı). Kabloların ve bataryanın ısınması, elektrik enerjisinin bir kısmının istenmeyen ısı enerjisine dönüştüğünü gösterir. Dolayısıyla harcanan toplam enerji, sadece istenen (ışık, hareket, yararlı ısı) enerjilerin toplamından fazladır (IV. öncül doğrudur). Bu durumda doğru seçenek I ve IV'ü içeren seçenektir.

13. (5 Puan)

Elektriklenme olaylarında sürtünme, dokunma ve etki ile elektriklenme kuralları birbirleriyle bağlantılı olarak işler. Yüklerin korunumu ve hareket edebilen yüklerin sadece elektronlar olduğu unutulmamalıdır.

Deneyde başlangıçta nötr olan K, L, M ve N cisimleri ile aşağıdaki işlemler yapılıyor:

- K cismi L cisminde sürtülüyor. (İkisi de yalıtkan)
- L cismi yalıtkan iplikle asılı nötr M iletken cisminde dokunduruluyor.
- Son durumda K cismi ile M cismi birbirine yaklaştırıldığında birbirlerini ittikleri gözlemleniyor.

Bir öğrenci bu deneyi açıklamak için şu hipotezleri kuruyor:

- I. K cismi ile L cisminde sürtündüğünde K'dan L'ye elektron geçişi olmuştur, bu yüzden son durumda M de negatif yüklenmiştir.
- II. K ve M'nin birbirini itmesi, L'den M'ye dokunma ile proton geçişi olduğunu kanıtlar.
- III. Sürtünme anında K'nın L'ye uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü, son durumda K'nın M'ye uyguladığı elektriksel kuvvetten kesinlikle daha fazladır.

Buna göre öğrencinin kurduğu hipotezlerdeki mantık hataları veya doğrular dikkate alındığında aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A) II. hipotez yanlıştır çünkü protonlar hareket etmez, M cismi K'nın L'ye verdiği yük türünün zıttı ile yüklenmiş olmalıdır ki K'yı itsin.
- B) Sadece I. hipotezdeki sürtünme yönü ters çevrilirse M'nin K'yı itmesi açıklanabilir.
- C) I. hipotez doğrudur, elektron geçişi sonucu M negatif yüklenerek K ile aynı işaretli olmuş ve itme gözlenmiştir.

D) Hipotez I'deki yük geçiş yönü kabul edilirse, K ve L zıt yüklenir. L'nin M'ye dokundurulması M'yi L ile aynı (K'ya zıt) yükler, bu da K ve M'nin birbirini çekmesini gerektirirdi. Sonucun itme olması için hiçbir senaryo doğru olamaz veya deney hatalıdır.

Açıklama: Sürtünme ile elektriklenen K ve L cisimleri mutlaka zıt ve eşit miktarda yüklenir. Eğer K (+), L (-) yüklenirse; L cismine dokunan M de (-) yüklenir. Son durumda K (+) ve M (-) olur ki, birbirlerini çekerler. Eğer K (-), L (+) yüklenirse; L cismine dokunan M de (+) yüklenir. K (-) ve M (+) yine birbirini çeker. Hiçbir durumda K ve M birbirini itemez. Dolayısıyla, K ve M'nin birbirini ittiği bir deney sonucu kurgusal olarak hatalıdır ve mevcut elektriklenme yasalarına göre gerçekleşemez. Öğrencinin itme gözlemlediği verisi elektriklenme yasalarıyla çelişir.

14. (5 Puan)

Elektrikli cihazlarda enerji verimliliği, tüketilen elektrik enerjisinin ne kadarının cihazın üretim amacına uygun (hedeflenen) enerji türüne dönüştüğü ile ölçülür.

Bir mühendis, üç farklı elektrikli cihazın (X, Y, Z) enerji tüketimlerini ve kullanım amaçlarına yönelik çıktılarını test etmektedir. X cihazı ortamı ısıtmak, Y cihazı ortamı aydınlatmak, Z cihazı ise hava akımı oluşturmak (pervane döndürmek) için tasarlanmıştır. Mühendis şu ölçümleri kaydediyor:

- X cihazı, 1000 J elektrik enerjisi harcayıp 950 J ısı ve 50 J ışık yayıyor.
- Y cihazı, 100 J elektrik enerjisi harcayıp 20 J ışık ve 80 J ısı yayıyor.
- Z cihazı, 500 J elektrik enerjisi harcayıp 350 J hareket, 100 J ısı ve 50 J ses enerjisi üretiyor.

Mühendis, ölçümlerin ardından cihazların enerji verimliliği sırasını $Y > Z > X$ olarak belirliyor ve raporluyor.

Buna göre, mühendisin verimlilik değerlendirmesi ve nedenleri ile ilgili aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi doğrudur?

- A) Mühendisin sıralaması doğrudur; çünkü cihazın yaydığı toplam atık enerji türlerinin sayısı arttıkça cihazın enerji verimliliği artar.
- B) Mühendisin sıralaması doğrudur; ısı enerjisi her zaman atık enerji olduğu için, en fazla ısıyı üreten X cihazı en verimsiz, en az ısı üreten Y cihazı en verimlidir.
- C) Mühendisin sıralaması hatalıdır; en az elektrik enerjisi harcayan Y olduğu için verimi en yüksek Y, en çok harcayan X olduğu için en düşük X'tir, ancak Z ile yer değiştirmelidir.

D) Mühendisin sıralaması hatalıdır; amaçlanan enerji türüne dönüşüm oranları dikkate alındığında verimlilik sıralaması $X > Z > Y$ şeklinde olmalıdır.

Açıklama: Elektrikli cihazlarda verimlilik, harcanan enerjinin cihazın kullanım amacına ne oranda dönüştüğüne bakılarak hesaplanır. X cihazı ısıtma amaçlıdır ve enerjisinin %95'ini ısıya çevirir (verim %95). Y cihazı aydınlatma amaçlıdır, sadece %20'sini ışığa çevirir (verim %20). Z cihazı hareket amaçlıdır ve enerjisinin %70'ini (350/500) harekete çevirir (verim %70). Bu nedenle amaçlanan enerji dönüşüm verimlerine göre sıralama $X (\%95) > Z (\%70) > Y (\%20)$ olmalıdır. Mühendis, verimliliği sadece tüketilen toplam enerjinin düşüklüğüne veya amacın dışındaki kayıp ısıyı hatalı yorumlayarak sıralama yapmış olabilir.

15. (5 Puan)

Elektrik enerjisinin ısı, ışık ve hareket enerjisine dönüşümü uygulamalarında hem güvenlik elemanlarının doğru konumlandırılması hem de enerji verimliliği kritik rol oynar.

Bir öğrenci, eski bir fabrikanın elektrik sistemini incelerken aşağıdaki bulguları elde ediyor:

- Fabrikadaki bir üretim bandı (elektrik enerjisini hareket enerjisine çevirir) 20 A akım çekmekte ve bu hat üzerine 30 A değerinde bir sigorta paralel bağlanmıştır.
- Ortamı aydınlatmak için kullanılan eski tip akkor filamanlı ampullerin yerine aynı ışık şiddetini veren LED lambalar takıldığında toplam akım çekişi yarı yarıya düşmüştür.
- Yeni alınan bir endüstriyel fırın (elektrik enerjisini ısıya çevirir) hatta bağlandığında, fırının direnci çok düşük olduğu için hattan aşırı akım geçmesi beklenmektedir, ancak bu fırın için tesisata seri olarak bir 5 A sigorta eklenmiştir.

Öğrenci bu sisteme dair bazı çıkarımlar yapıyor.

- Üretim bandındaki elektrik motoru beklenen işlevi yerine getirir ancak paralel bağlanan 30 A sigorta, sistemde kısa devre veya aşırı akım olması durumunda motoru koruyamaz.
- Akkor ampullerin LED ile değiştirilmesi devrenin enerji verimliliğini artırmıştır, çünkü akkor ampuller elektrik enerjisinin büyük kısmını ısı enerjisine çevirir.
- Endüstriyel fırın devreye alındığında, çok düşük direnci nedeniyle çekeceği yüksek akım, 5 A sigortanın telini eriterek akımı kesecek ve ısı üretimini durduracaktır.

Öğrencinin bu çıkarımlarından hangileri fiziksel olarak doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) II ve III
- C) I, II ve III**
- D) I ve II

Açıklama: I. çıkarım doğrudur: Sigortaların koruma yapabilmesi için devre elemanına seri bağlanması gerekir. Paralel bağlanırsa akım sigorta yerine doğrudan cihazdan geçmeye devam eder. II. çıkarım doğrudur: Akkor ampuller enerjinin çoğunu ısıya çevirir, LED lambalar ışık verimliliğinde çok daha üstündür, bu da toplam akımı düşürür. III. çıkarım doğrudur: Düşük direnç yüksek akım çeker. Cihaza seri bağlanan 5 A sigorta, üzerinden geçen aşırı akım sebebiyle ısınıp kopacak (eriyip açılacak) ve fırına giden elektriği keserek sistemi koruyacaktır.

16. (5 Puan)

Bir öğrenci laboratuvarında iletken cisimlerin dokunma ile elektriklenmesi ve etkileşimleri üzerine bir deney tasarlıyor.

Ahmet, nötr, iletken P ve R küreleri ile yalıtkan ipler kullanarak bir düzenek tasarlıyor.

Aşağıdaki işlemleri sırasıyla yapıyor:

1. Başlangıçta K, L ve M iletken cisimlerinin yük durumu tablodaki gibidir:

Cisim	Pozitif Yük Sayısı ($\times 10^{10}$)	Negatif Yük Sayısı ($\times 10^{10}$)
K	12	12
L	10	15
M	20	12

1. L cismini iletken P küresine, M cismini ise iletken R küresine dokunduruyor ve ayırıyor.
2. P ve R kürelerini birbirine dokundurup ayırıyor.
3. K cismini, son durumdaki P küresine yaklaşıyor.

(Not: Kürelerin boyutları özdeşdir, dokunma sonrası yük paylaşımı eşit kabul edilecektir. Havadaki nem oranı sabittir.)

Bu işlemler sonucunda P küresi ile K cismi arasındaki elektriksel etkileşim ve sebebi aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) P küresi pozitif yüklü olduğu için, nötr K cismini iter.

B) P küresi negatif yüklü olduğu için, nötr K cismini iter.

C) P küresi pozitif yüklü olduğu için, nötr K cismini çeker.

D) P ve R küreleri nötr olduğu için, K cismi ile aralarında hiçbir etkileşim olmaz.

Açıklama: Tablodaki verilere göre: K cismi (12 pozitif, 12 negatif) nötrdür. L cismi (10 pozitif, 15 negatif) net -5 birim yüklüdür. M cismi (20 pozitif, 12 negatif) net +8 birim yüklüdür. 2. adımda P küresi L'ye dokundurulduğunda eksi yükle, R küresi M'ye dokundurulduğunda artı yükle yüklenir. 3. adımda eksi (-5 birim) yüklü P ile artı (+8 birim) yüklü R birbirine dokundurulursa toplam net yük $-5 + 8 = +3$ birim olur. Bu pozitif yük özdeş P ve R küreleri arasında paylaşılır, yani P son durumda pozitif yüklü olur. 4. adımda pozitif yüklü P küresi, nötr olan K cisminde yaklaşıldığında, yüklü cisimler nötr iletkenleri etkiyle elektrikleştirip çekeceği için P, K'yi çeker. P'nin K'yi itmesi veya aralarında etkileşim olmaması hatalı çıkarımlardır.

17. (5 Puan)

Elektriklenme olaylarında cisimlerin yük durumlarının değişmesi, atomun yapısındaki hangi parçacıkların hareket edebildiği kuralına sıkı sıkıya bağlıdır. Ayrıca, yük korunumu ilkesi gereği toplam yük her zaman sabit kalır.

Bir öğrenci, iletken ve özdeş K, L ve M küreleriyle bir deney yapıyor. Başlangıçta K küresinin nötr olduğunu, L ve M kürelerinin ise yüklü olduğunu biliyor. Öğrenci şu adımları izliyor:

1. adım: Nötr K küresini, L küresine dokunduruyor ve ayırıyor. K küresinin pozitif (+) yüklendiğini gözlemliyor.
2. adım: Daha sonra K küresini M küresine dokunduruyor ve ayırıyor. K küresinin tamamen nötr hâle geldiğini gözlemliyor.

Öğrenci bu deneyin sonucunda laboratuvar defterine şu çıkarımı yazıyor: '1. adımda L küresi K'ye bir miktar pozitif yük aktarmıştır ve böylece K pozitif yüklenmiştir. 2. adımda ise K küresindeki pozitif yüklerin tamamı M küresine geçerek K'nin tekrar nötr olmasını sağlamıştır.'

Bu öğrencinin çıkarımındaki bilimsel hata ve olayların doğru açıklaması aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

- A) Hata, K küresinin ilk başta yük alıp sonra verdiğini düşünmesidir. Gerçekte K küresi 1. adımda pozitif yüklerini L'ye vermiş, 2. adımda ise M'den pozitif yük alarak durumu telafi etmiştir.
- B) Hata, nötr cisimlerde yük bulunmadığını düşünmesidir. 1. adımda L'den K'ye pozitif yükler geçmiş, 2. adımda K küresi, M'deki elektronların tamamını alarak nötrleşmiştir.
- C) Hata, elektronların hareket yönünü yanlış belirlemesidir. Gerçekte 1. adımda L'den K'ye elektron geçmiş, 2. adımda K'den M'ye protonlar geçerek denge sağlanmıştır.
- D) Hata, pozitif yüklerin hareket ettiğini varsaymasıdır. Gerçekte 1. adımda K'den L'ye negatif yük (elektron) geçmiştir, 2. adımda ise M'den K'ye negatif yük geçerek K'nin yük dengesini sağlamıştır.**

Açıklama: Katı iletkenlerde elektriklenme yalnızca negatif yüklü elektronların hareketiyle gerçekleşir. Pozitif yükler (protonlar) atomun çekirdeğinde bulunduğu için cisimler arasında alınıp verilemez. Öğrencinin 'L'den K'ye pozitif yük aktarılmıştır' veya 'K'deki pozitif yükler M'ye geçmiştir' şeklindeki ifadeleri temel bir kavram yanılgısıdır. Bir cismin pozitif yüklenmesi, o cismin dışarıya (başka bir cisme) elektron vermesiyle; nötrleşmesi ise dışarıdan eksik olan elektronlarını geri almasıyla açıklanır. Bu nedenle 1. adımda K'den L'ye elektron geçerek K pozitif yüklenmiş, 2. adımda ise M'den K'ye elektron geçerek K'deki pozitif fazlalığı nötrlemiştir.

18. (5 Puan)

Başlangıçta (+) yüklü olan iletken L çubuğu yalıtkan ayaklar üzerinde durmaktadır. Nötr ve yalıtkan saplı T küresi, L çubuğunun sol ucuna dokundurularak yeterince bekleniyor (L'nin yük miktarı ile T'nin alabileceği maksimum yük birbirine eşit olarak ayarlanmıştır). Ardından T küresi L'den ayrılmadan, L çubuğunun sağ ucuna (+) yüklü M küresi yaklaştırılıyor. M küresi yalıtkan sapından tutulmakta olup dışarıdan sisteme net ısı girişi engellenmiştir.

Deneyde meydana gelen olaylarla ilgili bir öğrenci şu açıklamayı yapıyor:

'T küresi dokundurulduğunda L çubuğu başlangıçta (+) yüklü olduğu için T'den L'ye proton geçişi olur ve her iki cisim nötrlenir. Ardından M küresi L'nin diğer ucuna yaklaştırıldığında L'deki nötr durum bozulur ve M'nin yakınında (-) yükler birikir. Bu sırada M küresinin toplam yük miktarı azalmıştır.'

Bu öğrencinin açıklamalarındaki bilimsel hatalar düzeltildiğinde, sistemdeki son yük dağılımı ile ilgili aşağıdakilerden hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) T küresi L çubuğuna (-) yük vererek onu nötrlemiştir, ardından M'nin etkisiyle L'nin M'ye yakın ucunda (-) yük, uzak ucunda (+) yük birikmiştir.
- B) T küresi ile L çubuğu arasında proton alışverişi olmamış, T'nin içindeki (-) yükler L'nin diğer ucuna itilerek L çubuğunu komple (-) yüklemiştir.
- C) T küresinden L çubuğuna elektron geçmiştir ve dokunma sonrası T ile L nötr kalmıştır; ancak M'nin etkisi L'nin uçlarında kutuplanma yaratır, M küresinin yük miktarı değişmez.**
- D) L çubuğunun T küresine temas eden ucu nötr, M küresine bakan ucu ise (+) yüklüdür.

Açıklama: Öğrencinin yaptığı ilk hata, katılarda (+) yüklerin (protonların) hareket edebileceğini düşünmesidir. Hareket eden elektronlardır. İkinci hata ise etki ile elektriklenmede etkileyen cismin (M küresinin) toplam yükünün azalacağını iddia etmesidir; etki ile elektriklenmede dokunma olmadığından M'nin yük miktarı değişmez. T küresi L'ye dokundurulduğunda L'nin (+) yükünü nötrlemek için T'den L'ye elektron geçer. Sorunun parantez içindeki bilgisinden dokunma sonucunda T ve L'nin nötr hale gelebileceği veya mevcut şartlarda yüklerini paylaştıkları anlaşılabilir; ancak T'nin verebileceği elektron kapasitesi L'nin pozitifliğini tam nötrleyebilecek düzeyde farz edilirse ikisi de nötrlenebilir. Ardından (+) yüklü M küresi yaklaştırıldığında L'nin (ve dokunmakta olan T'nin) ortak iletken sisteminde (-) yükler M'ye yakın olan sağ uca doğru çekilir, uzak uç (T tarafı) ise (+) yüklenir. C seçeneği, hareketin elektronlar üzerinden gerçekleştiğini, M'nin yük miktarının değişmediğini ve L üzerinde kutuplanma olacağını doğru ifade ederek öğrencinin hatalarını tam düzeltmektedir.

19. (5 Puan)

Elektrik enerjisi, günlük hayatta kullandığımız cihazların iç yapısındaki direnç telleri veya motorlar vasıtasıyla farklı enerji türlerine dönüştürülür. Cihazların hangi amaçla tasarlandığı, harcanan enerjinin dönüştüğü temel ve yan enerji formlarına göre analiz edilir.

Bir öğrenci, kapalı kutular içindeki üç farklı X, Y ve Z elektrikli aletini eşit süre çalıştırıp şu verileri elde ediyor:

X aleti: 2000 J elektrik enerjisi harcıyor. Sistemdeki suyun sıcaklığını 20°C'den 60°C'ye çıkarıyor. Aletin dış yüzeyi siyah renklidir.

Y aleti: 2000 J elektrik enerjisi harcıyor. Üzerine bağlı olan 5 kg'lık yükü 2 metre yukarı çıkarıyor. Çalışırken çok az ısınıyor.

Z aleti: 2000 J elektrik enerjisi harcıyor. Etrafa güçlü bir aydınlık veriyor ancak cam yüzeyi dokunulmayacak kadar ısınıyor.

Öğrenci bu verilere dayanarak şu tasarımı yapıyor: 'Evdeki eski mikserimi tamir etmek için X aletinin içindeki çalışma düzeneğini kullanmalıyım. Çalışma masamı aydınlatmak için ısınma problemi olmayan mükemmel bir kaynak olarak Z'yi seçmeliyim.'

Öğrencinin bu düşünce sürecindeki temel hataları gidermek için aşağıdakilerden hangisi söylenmelidir?

A) Siyah renkli X aleti ışıgı soğurduğu için ısı enerjisi üretir, mikserin hızını ayarlamak için uygundur. Z aleti ise enerjinin tamamını ışığa dönüştürdüğü için mükemmeldir.

B) X aleti suyun sıcaklığını artırdığı için içinde yüksek dirençli tel değil elektrik motoru vardır, bu yüzden mikserde uygundur. Z aleti ise sadece ışık üretir.

C) Y aletinin yükü kaldırması onun yüksek dirençli bir ısıtıcı olduğunu gösterir, mikserde kullanılamaz. X ve Z aletlerinin ikisi de sadece ısı üretmek için tasarlanmıştır.

D) Mikser için hareket enerjisi üreten Y aletinin iç düzeneği (elektrik motoru) kullanılmalı ve Z aletinin ışık üretirken aynı zamanda ısı da açığa çıkardığı fark edilmelidir.

Açıklama: Öğrenci mikser (hareket enerjisi gerektiren cihaz) için suyu ısıtan (ısı enerjisi üreten yüksek dirençli tel içeren) X cihazını seçerek hata yapmıştır. Hareket enerjisi için Y (elektrik motoru) kullanılmalıdır. Ayrıca Z aletin dokunulmayacak kadar ısınması, elektrik enerjisinin bir kısmının ısıya dönüştüğünü gösterir; bu nedenle 'ısınma problemi olmayan' bir kaynak değildir. Renk ve kütle gibi bilgiler, enerji dönüşümü mantığında birer çeldirici veridir. Diğer seçenekler enerji dönüşümlerini kavramsal olarak yanlış eşleştirmektedir.

20. (5 Puan)

Laboratuvarda yapılan bir deneyde, yalıtkan ayaklar üzerinde duran, birbirine temas eden başlangıçta nötr K ve L iletken küreleri kullanılıyor. K küresine negatif (-) yüklü bir X cismi, dokunmadan sadece yaklaştırılıyor. Bu sırada L küresinin kütlesi hassas terazi ile ölçüldüğünde 200 g olduğu, L'nin hacminin ise 150 cm³ olduğu kaydediliyor (bu değerler hesaplama için değil, durum kaydı içindir). Sistem bu haldeyken L küresi üzerinden kısa süreliğine toprak bağlantısı kurulup kesiliyor. Ardından sırasıyla X cismi sistemden uzaklaştırılıyor ve en son K ile L küreleri birbirinden ayrılıyor. Bir öğrenci, K ve L'nin son durumlarının nötr olduğunu, çünkü toprak bağlantısının her iki küreyi de tamamendeşarj ettiğini savunuyor. Öğrencinin çıkarımındaki temel mantık hatasını belirleyerek, K ve L kürelerinin son yük durumları ve deney sırasındaki yük geçişi hakkında doğru olan ifade hangisidir?

A) Topraklama K'nın pozitif yüklerini nötrlemiş, L'ye elektron akışı olmuştur. Ayrıldıktan sonra K nötr, L negatif (-) yüklü kalır.

B) L küresinden toprağa proton geçişi olduğu için öğrenci yanılmıştır. Son durumda K pozitif (+), L nötr kalır.

C) Topraklama sırasında topraktan L'ye elektron geçmiş, X cismi nedeniyle K'daki protonlar L'ye itilmiştir. Son durumda K ve L pozitif (+) yüklüdür.

D) Topraklama sırasında L'den toprağa elektron geçmiş, K ise X cismi nedeniyle elektron vermemiştir. X uzaklaşıp K ve L ayrıldığında her ikisi de pozitif (+) yüklü olur.

Açıklama: Negatif yüklü X cismi K küresine yaklaştırıldığında, iletken olan K-L sistemindeki elektronlar L'nin en uzak noktasına itilir. Toprak bağlantısı L üzerinden kurulduğunda, bu itilen elektronlar toprağa akar (protonlar hareket etmez). Toprak kesildiğinde K-L sistemi genel olarak elektron kaybetmiş (pozitif yüklenmiş) olur. X cismi uzaklaştırıldığında ve K ile L henüz ayrılmadığında, K-L sistemi toplamda pozitif yüklüdür ve yük iki küreye dağılır. En son küreler ayrıldığında her ikisi de pozitif yüklü kalır. Öğrencinin hatası, etki ile elektriklemede topraklamanın sistemin tamamını nötrleyeceğini düşünmesidir; oysa itilen yükler toprağa akar.

21. (5 Puan)

Bir öğrenci elektriklenme deneyi için yalıtkan saplı, iletken K ve L kürelerini kullanıyor. İpek kumaşa sürtülerek net pozitif (+) yüke sahip olduğu bilinen K küresini, termal olarak yalıtılmış bir ortamda başlangıçta nötr olan L küresine dokunduruyor. İşlem sonunda L küresinin de elektroskopun yapraklarını açtığını ve K'yi ittiğini gözlemliyor. Öğrenci deney raporuna şu teoriyi yazıyor: 'K küresi L'ye dokunduğunda, K'nin fazla pozitif yüklerinin (protonlarının) yarısı temas yüzeyinden L küresine akmıştır. Bu sebeple L küresi pozitif yüklenmiş, K küresinin ise aktardığı bu kütleli parçacıklar nedeniyle kütlesi teorik olarak çok hafif azalmıştır.'

Öğrencinin laboratuvar raporundaki bu çıkarımının bilimsel olarak hatalı olmasının temel nedeni ve sistemde gerçekleşen gerçek fiziksel olay aşağıdakilerden hangisinde doğru açıklanmıştır?

A) Öğrenci K küresindeki pozitif yüklerin L'ye geçtiğini sanmıştır; gerçekte K'nin elektrik alanı L'deki elektronları çekerek L'nin çekirdeğindeki protonları yüzeye itmiştir.

B) Öğrenci pozitif yüklerin hareket edebileceğini düşünmüştür; gerçekte nötr L küresinden K küresine negatif yük geçişi olmuş ve elektron kaybeden L küresi pozitif yüklenmiştir.

C) Öğrenci yük alışverişinde kütlelerin değişeceğini varsaymıştır; gerçekte dokunma ile elektriklenmede sadece protonlar çekirdekte titreşir ve net yük değişimi cismin kütlesini etkilemez.

D) Öğrenci pozitif yüklerin hareket edebileceğini düşünmüştür; gerçekte pozitif yüklü K küresinden L küresine negatif yük geçmiş ve L'deki pozitif yük baskın hale gelmiştir.

Açıklama: Elektriklenmenin temel prensibi sadece negatif yüklerin (elektronların) hareketine dayanır. Çekirdekte bulunan protonlar (pozitif yükler) madde içinde yer değiştirmez. Nötr bir cisim pozitif yükleniyorsa, bu durum dışarıdan pozitif yük aldığı için değil, dışarıya negatif yük (elektron) verdiği için gerçekleşir. Deneyde K küresi L'ye dokundurulduğunda, nötr L küresindeki bazı elektronlar K küresine geçer. Böylece L küresi elektron kaybettiği için pozitif yüklenir. Öğrencinin 'pozitif yüklerin aktığı' varsayımı, atomun yapısındaki yük hareketliliği prensibiyle tamamen çelişmektedir. Diğer çeldiriciler, yük transferinin yönünü veya atomik yapıyı (protonların yüzeye itilmesi gibi) yanlış tasvir eden yaygın kavram yanılgılarını içerir.

22. (5 Puan)

Bir fizik laboratuvarında sıcaklığın 25°C , nem oranının ise %40 olduğu yalıtılmış bir ortamda (Ortam koşulları sabittir), başlangıçta nötr oldukları bilinen yalıtkan K ve L cisimleri 10 saniye boyunca birbirine sürtülüyor. Deneyin sonunda çok hassas ölçüm cihazlarıyla yapılan incelemede cisimlerin toplam kütlelerinde ölçülebilir bir değişim olmadığı saptanıyor; ancak K cisminin (+) elektrikle, L cisminin ise (-) elektrikle yüklendiği tespit ediliyor. Deneyi gözlemleyen bir öğrenci şu hipotezi kuruyor: 'Sürtünme sırasında oluşan ısı enerjisi, L cisminin çekirdeğinden kopardığı pozitif yüklü protonları K cismine aktarmış olmalıdır. K cismi bu sayede fazladan proton kazanarak (+) yüklü hale gelmiştir.'

Öğrencinin kurduğu hipotez ve atomun yapısındaki yük dengeleri incelendiğinde, bu deneydeki elektriklenme süreciyle ilgili aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi bilimsel olarak doğrudur?

A) Hipotez doğrudur; sürtünme sırasında açığa çıkan ısı enerjisi, atomun çekirdeğindeki kuvvetli bağları kırarak protonların zayıf bağlarla tutunan K cismine geçmesini sağlar.

B) Hipotez yanlıştır; elektriklenme sürecinde hiçbir zaman yük geçişi olmaz, K cisminin (+) yüklenmesinin nedeni L cisminin kendi elektronlarını K cismindeki nötronlara dönüştürmesidir.

C) Hipotez yanlıştır; protonlar hareket etmese de L cismi K cismine elektron aktarmış, K cismi de bünyesine kattığı bu yeni elektronlar sayesinde (+) yük fazlalığına sahip olmuştur.

D) Hipotez yanlıştır; protonlar çekirdekte yer aldığından cisimler arasında geçiş yapamazlar, K cisminin (+) yüklenmesinin asıl nedeni L cismine negatif yüklü elektron vermesi sonucu atomlarında pozitif yük fazlalığı oluşmasıdır.

Açıklama: Maddelerde elektriklenme yalnızca atomun yörüngesinde bulunan negatif yüklü elektronların transferi ile gerçekleşir. Çekirdekte bulunan pozitif yüklü protonlar, kimyasal ve fiziksel reaksiyonlarda (elektriklenme dâhil) çekirdeği terk etmez ve maddeler arasında yer değiştirmez. Nötr bir cisim olan K cisminin pozitif (+) yüklenmesinin tek yolu, bünyesindeki negatif (-) yüklü elektronları L cismine vermesidir. Bu durumda K cisminde proton sayısı elektron sayısından fazla hale gelerek pozitif yük fazlalığı oluşur. Öğrencinin 'L cismi K'ya proton vermiştir' düşüncesi, protonların sabitliği ilkesine ters düştüğü için hatalıdır. Verilen sıcaklık ve nem gibi değerler sürecin temel mekanizmasını değiştirmeyen çeldirici verilerdir.

23. (5 Puan)

Elektriklenme çeşitlerinde (sürtünme, dokunma, etki) yük dengelerinin ve geçiş yönlerinin incelenmesi, statik elektrik olaylarının açıklanması için temel oluşturur. Sürtünme ile elektriklenmede alınan ve verilen yük miktarları eşit büyüklükte zıt işaretlidir.

Bir öğrenci, başlangıçta nötr olan özdeş K (ebonit), L (cam) çubukları ile M (yün) ve N (ipek) kumaşları kullanarak şu işlemleri sırasıyla yapıyor:

1. işlem: K çubuğunu M kumaşına sürtüyor.
2. işlem: L çubuğunu N kumaşına sürtüyor.
3. işlem: Sürtünme işlemi biten L çubuğunu, K çubuğuna dokundurmadan yaklaştırıyor ve aralarındaki elektriksel etkileşimi gözlemliyor.

Öğrenci 3. işlemde çubukların birbirini ittiğini gözlemlediğini raporluyor.

Buna göre öğrencinin deneyi veya raporuyla ilgili aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi kesinlikle doğrudur?

A) Rapor doğrudur; ebonit ve cam çubuk sürtünmeyle aynı cins (+) yükü yükledikleri için birbirini iterler.

B) Deneyde hata vardır; yün kumaşın ebonit yerine ipek kumaşa sürtülmesi gerekirdi.

C) Rapor hatalıdır; çünkü ebonit yüne sürtüldüğünde (-), cam ipeğe sürtüldüğünde (+) yüklenir, zıt yüklü çubuklar birbirini çekmelidir.

D) Rapor doğrudur; kumaşlardan çubuklara sadece pozitif yükler geçtiği için çubuklar aynı yüklüdür.

Açıklama: Başlangıçta nötr olan ebonit çubuk yün kumaşa sürtüldüğünde yünden ebonite elektron geçer, ebonit (-) yüklenir. Cam çubuk ipek kumaşa sürtüldüğünde ise camdan ipeğe elektron geçer, cam (+) yüklenir. Bu durumda K (-) yüklü, L ise (+) yüklüdür. Zıt yüklü çubukların birbirini çekmesi gerekirken öğrenci ittiğini raporlamıştır. Dolayısıyla öğrencinin gözlemi (veya raporu) hatalıdır. Cisimler arasında hareket eden sadece elektronlardır (- yükler), pozitif yükler hareket etmez.

24. (5 Puan)

Bir öğrenci, tasarladığı akıllı sera sisteminde çatıda bulunan güneş panellerinden elde ettiği 12V DC elektrik akımını kullanarak seradaki farklı sistemleri çalıştırmak istiyor. Sistemde üç farklı cihaz tasarlamıştır: K cihazının içinde çok ince ve iletkenliği düşük nikrom bir tel kullanılmıştır. L cihazının temel yapısında karşılıklı iki mıknatıs ve bunların arasında bulunan, akım geçen bir bobin (elektrik motoru) yer almaktadır. M cihazında ise akım geçtiğinde belirli bir dalga boyunda ışıma yapan yarı iletken LED'ler bulunmaktadır. Öğrenci sistemin çalışmasıyla ilgili şu enerji dönüşümü ve görev planlamasını yapmıştır: I. K cihazı, elektrik enerjisini doğrudan hareket enerjisine dönüştürerek seranın havalandırmasını sağlar. II. L cihazı, elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştürerek fotosentez için yapay güneş ışığı oluşturur. III. M cihazı, elektrik enerjisini ısı enerjisine dönüştürerek kış aylarında bitkilerin donmasını engeller. Buna göre öğrencinin planlamasıyla ilgili yapılan aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi bilimsel olarak doğrudur?

A) M cihazı yarı iletken yapısı sayesinde elektrik enerjisini doğrudan mekanik enerjiye çevirdiği için havalandırma sistemine bağlanmalı, L cihazı ise ısınma için kullanılmalıdır.

B) K cihazındaki yüksek dirençli tel kısa devre oluşturarak elektrik enerjisini ışığa dönüştürdüğünden, K aydınlatma sistemi olarak; M ise havalandırma sistemi olarak kullanılmalıdır.

C) L cihazındaki elektrik motoru, aslında hareket enerjisini elektrik enerjisine çeviren bir jeneratör mantığıyla çalıştığından, havalandırma pervanelerini döndürmek yerine sisteme ek güç sağlamalıdır.

D) K cihazı elektrik enerjisini ısı enerjisine dönüştürür; bu nedenle K'nin görevi bitkileri ısıtmak, M'nin görevi ise elektrik enerjisini ışığa dönüştürerek fotosentezi desteklemek olmalıdır.

Açıklama: Soruda verilen güneş paneli voltajı (12V) çeldirici bir veridir ve cihazların temel çalışma prensibini etkilemez. K cihazı, ince ve direnci yüksek nikrom tel içerdiği için elektrik enerjisini ısı enerjisine dönüştürür (ısıtıcı). L cihazı içindeki mıknatıs ve bobin yapısı bir elektrik motorudur ve elektrik enerjisini hareket (kinetik/mechanik) enerjisine dönüştürür (havalandırma/fan). M cihazı ise LED içerdiğinden elektrik enerjisini ışık enerjisine çevirir. Öğrencinin planlaması tamamen yanlıştır ve D seçeneği bu hataları doğru cihaz-dönüşüm eşleşmesiyle düzeltmektedir. L motoru hareket yerine enerji üretmez, bu C seçeneğini eler. K ışık değil ısı üretir, M ise hareket değil ışık üretir, bu yüzden A ve A seçenekleri yanlıştır.

25. (5 Puan)

Elektrikli cihazlar tasarlanırken harcanan elektrik enerjisi istenilen ana enerji formuna dönüştürülür. Ancak cihazın verimliliğine bağlı olarak sürtünme, direnç ve yapısal etkenlerden ötürü amaç dışı (kayıp) enerjiler de ortaya çıkabilir. Analiz sürecinde şebeke gerilimindeki (220V) dalgalanmaların ihmal edildiği varsayılmaktadır.

Enerji Dönüşüm Verileri:

- **K Cihazı:** 1500 J elektrik enerjisi harcıyıp, 1400 J ısı ve 100 J ışık enerjisi (kızarma) üretmektedir.
- **L Cihazı:** 100 J elektrik enerjisi harcıyıp, 10 J aydınlatma (ışık) ve 90 J çevreye ısı üretmektedir.
- **M Cihazı:** 500 J elektrik enerjisi harcıyıp, 450 J mekanik (hareket) enerjisi ve 50 J motor sürtünme ısı ile ses üretmektedir.

Bir stajyer mühendis sadece bu verilere dayanarak şu sonucu çıkarmıştır: *"L cihazı en fazla ısı enerjisi ürettiği (oran bakımından) için kesinlikle ortamı ısıtmak amacıyla tasarlanmış bir cihazdır."*

Kıdemli mühendis ise stajyerin bu değerlendirmesinin hatalı olduğunu, L cihazının temel amacının ışık vermek olduğunu ancak eski bir teknoloji olduğu için enerjisinin büyük kısmını ısı olarak 'kaybettiğini' belirtmiştir. M cihazında duyulan sesin ise çalışmanın doğal bir yan etkisi olduğu not edilmiştir.

Kıdemli mühendisin düzeltmeleri dikkate alındığında K, L ve M cihazları için en uygun teknolojik eşleştirme aşağıdakilerden hangisidir?

- A) K: Fırın, L: Elektrikli Isıtıcı Soba, M: Vantilatör
- B) K: Elektrikli Şofben, L: LED Lamba, M: Saç Kurutma Makinesi
- C) K: Tost Makinesi, L: Akkor Flamanlı Ampul, M: Matkap**
- D) K: Çamaşır Makinesi, L: Gece Lambası, M: Ütü

Açıklama: Soruda verilen cihazların harcadığı ve dönüştürdüğü enerji türleri analiz edilmelidir. K cihazı temel olarak ısı enerjisi üretmekte olup (Tost makinesi veya Fırın olabilir), L cihazında üretilen 90 J'lük ısı aslında verimi düşük aydınlatma teknolojisine (Akkor ampul) ait bir enerji kaybıdır. Stajyerin düştüğü hata, açığa çıkan ısıнын kullanım amacı olduğunu sanmasıdır; oysa kıdemli mühendis bunun bir aydınlatma aracı olduğunu belirtmiştir. LED lambalar ise çok daha verimlidir ve bu denli yüksek oranda ısı kaybetmezler. M cihazı enerjisini yüksek verimle harekete çevirmektedir (Matkap veya Vantilatör olabilir). Bu şartları sağlayan tek şık, K'nın tost makinesi, L'nin akkor ampul, M'nin matkap olarak verildiği seçenektir. Diğer seçenekler hatalı eşleştirme, yanlış verim özellikleri (LED'in ısınması gibi) ya da hatalı ana amaçlar barındırır.

26. (5 Puan)

Bir laboratuvarında, hassas bir deney için sürtünmeyle yüklenen bir cismin yük durumunu sıfırlamak üzere otomatik bir topraklama sistemi tasarlanmıştır. Sistem şu şekilde test edilmiştir: İletken olduğu varsayılan bir cisim, sırasıyla X ve Y farklı yalıtkan kumaşlarına sürtülür. (Sürtünme sırasında ısınmadan kaynaklanan 0,5 derecelik bir sıcaklık artışı ölçülmüştür.) Cisim, daha sonra kalınlığı 5 mm olan yalıtkan kılıflı bir kabloyla bakır bir çubuğa (toprak hattına) dokundurulur. Sonuç olarak cisim elektroskoba yaklaştırıldığında yaprakların açıldığı gözlemlenmiştir. Sistemin tasarımcılarından biri, "Topraklama işleminde cisimdeki tüm yükler toprağa akıp bitmeliydi, burada pozitif yükler kaldığı için sistem çalışmıyor" diyerek bir hata raporlamıştır.

Öğrencilerin bu gözlemleri ve topraklama düzeneği dikkate alındığında, tasarımdaki hatanın nedeni ve çözümüne dair hangi değerlendirme kesinlikle doğrudur?

- A) Sistem doğru çalışmaktadır ancak sürtünme sonucu kumaş iletken hale gelmiştir. Cisim her iki kumaşa sürtüldüğünde nötr olur.
- B) Cam olduğu bilinen cisme Y kumaşından proton geçmiş ve topraklama sürecinde topraktan cisme elektron gelmemiştir. Cisim tamamen metal olmalıdır.

C) Kalıntı yükün sebebi topraklama kablosunun kesik olması veya iletken olmamasıdır; sistemde iletken bir topraklama hattı sağlandığında cisim topraktan veya toprağa doğru hareket eden elektronlarla nötrlenecektir.

- D) X kumaşından cisme elektron geçişi olmuş, topraklamada ise cisimden toprağa elektron akışı sağlanamadığı için cisim yüklü kalmıştır. Toprak hattına gümüş bir tel eklenmelidir.

Açıklama: Topraklama işlemi, iletken bir yol üzerinden gerçekleştiğinde cismi nötr hale getirir. Cisimde yük kalması, elektroskobun yapraklarının açılmasıyla anlaşılmıştır. Cisimlerin nötrlenmesi topraktan cisme elektron gelmesi veya cisimden toprağa elektron gitmesiyle olur; pozitif yükler (protonlar) hareket etmez. Sistemdeki sorun topraklama kablosunun iletken olmaması (veya devrenin tamamlanmamış olması) ihtimalidir. Öğrencinin 'pozitif yükler kaldı' veya 'yükler aktı' ifadeleri, nötrlenmenin mekanizmasını ve protonların hareket etmediğini gözden kaçırarak yaygın bir yanılgıdır.

27. (5 Puan)

Ayşe, yün kumaşa sürtülmüş ebonit (plastik) bir çubuğu kullanarak, yalıtkan ayak üzerindeki nötr iletken bir K küresini topraklama yöntemiyle **kalıcı olarak pozitif (+)** yüklemek istiyor. Laboratuvar defterine şu işlem adımlarını yazıyor:

1. Negatif (-) yüklü ebonit çubuğu nötr K küresinin sağ tarafına yaklaştırıp sabit tutmak.
2. Kürenin sol tarafından topraklama kablosunu bağlamak.
3. Ebonit çubuğu kürenin yanından tamamen uzaklaştırmak.
4. Topraklama kablosunu kesmek (bağlantıyı koparmak).

Ayşe adımları sırasıyla uyguladığında, K küresinin pozitif yüklenmek yerine tekrar nötr duruma döndüğünü ölçüyor.

Buna göre, Ayşe'nin deneyindeki hatanın temel nedeni ve düzeltilmesi için yapılması gereken işlem aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) Hata 1. adımdadır; etki ile elektriklenmede topraklama ile kalıcı yüklenme sağlanamaz, ebonit çubuk doğrudan küreye temas ettirilmeliydi.

B) Hata 3. ve 4. adımların sırasındadır; 3. adımda çubuk uzaklaştırılınca topraktan küreye geri elektron akışı olmuş ve küre nötrlenmiştir, bu iki adım yer değiştirmelidir.

C) Hata 3. adımdadır; ebonit çubuk uzaklaştırıldığında, kürede biriken artı yükler topraklama kablosu üzerinden toprağa akmış ve küreyi nötrlemiştir.

D) Hata 2. adımdadır; topraklama kablosu çubuğun olduğu sağ taraftan bağlanmalıydı ki pozitif yükler topraktan küreye geçebilirdi.

Açıklama: Yün kumaşa sürtülen ebonit çubuk negatif (-) yüklenir. Nötr küreye yaklaştırıldığında küredeki serbest elektronları (negatif yükleri) toprağa iter. Bu aşamada kürede pozitif (+) yük fazlalığı oluşur. Ancak kalıcı yüklenme sağlamak için önce elektronların geri dönüş yolunu kapatmak, yani topraklamayı kesmek gerekir. Öğrenci çubuğu önce uzaklaştırdığı için, itici kuvvet kalkmış ve topraktan küreye tekrar elektron akışı olarak küre nötr hale gelmiştir. Artı yükler hareket etmez ve topraklama bağlantısının iletken üzerindeki konumu önemsizdir. Doğru sonuç için topraklamanın kesilmesi ve çubuğun uzaklaştırılması adımları yer değiştirmelidir.

28. (5 Puan)

Bir fabrikada mühendis olan Ahmet, yeni bir metal parça üretim hattı için elektrostatik boyama makinesini test etmektedir. Fabrikanın nem oranı %60, sıcaklığı ise 22°C'dir. Ahmet, makinede yaptığı 3 farklı deneme sonrası şu sonuçları elde etmiştir:

- I. Deneme: Boya metal plakaya yapışıyor, ancak bazı bölgelerde boya tanecikleri birikerek kalın pürüzlü noktalar (topaklanma) oluşturuyor.
- II. Deneme: Boya tanecikleri tabancadan pürüzsüz ve homojen bir bulut şeklinde çıkıyor ancak metal plakaya hiç yapışmıyor, yere dökülüyor.
- III. Deneme: Ahmet, boya tabancasının ve metal plakanın elektriksel yüklemeye ayarlarını değiştirerek mükemmel, homojen ve pürüzsüz bir boyama elde ediyor.

Ahmet'in denemelerindeki sonuçlar değerlendirildiğinde, elektrostatik prensipler açısından hangi seçenekteki analiz doğrudur?

A) I. denemede problem çözülmesi için toz boya taneciklerinin zıt cins yüklerle yüklenmesi sağlanmalıdır.

B) I. denemede boya tanecikleri kendi aralarında çekme kuvveti uyguladığından topaklanma olmuştur; III. denemede taneciklerin aynı cins yüklenmesi bu sorunu çözer.

C) II. denemede topaklanmanın nedeni, metal plaka ile toz boyanın zıt yükle yüklenmiş olmasıdır.

D) III. denemenin başarılı olması için toz boya ile metal plaka aynı cins, boya tanecikleri ise zıt cins yükle yüklenmelidir.

Açıklama: Elektrostatik boyamada boyanın yüzeye yapışması için boya ve yüzeyin zıt yüklü olması (çekme), pürüzsüz dağılım içinse boya taneciklerinin kendi aralarında aynı yüklü olması (itme) gerekir. I. denemede boya yüzeye yapışmış ancak topaklanmış, yani tanecikler zıt yüklenip birbirini çekmiş olabilir. II. denemede tanecikler homojen çıkmış (aynı yüklü) ama yüzeye yapışmamıştır (yüzey ile zıt yüklü değildir veya nötrdür). III. denemede ise boya tanecikleri aynı yükle, yüzey ise bu yüke zıt yükle yüklenerek doğru sonuç alınmıştır. Bu sebeple I. denemede hata boya taneciklerinin aynı yüklü olmamasıdır.

29. (5 Puan)

Bir bisiklet fabrikasının elektrostatik boyama hattında çalışan teknisyen, sistemde meydana gelen iki farklı hata durumunu günlüğüne şu şekilde not etmiştir:

1. Hata Durumu: Boya tabancasından çıkan toz boya tanecikleri havada topaklanarak ilerliyor. Boya, metal bisiklet gövdesine yapışıyor ancak topaklanmalar nedeniyle yüzey pürüzlü oluyor.

2. Hata Durumu: Boya tabancasından çıkan tanecikler havada kusursuz bir homojenlikle (ince bir bulut gibi) dağılıyor ancak metal gövdeye çarptıktan sonra tutunamayıp yere dökülüyor.

(Not: Her iki denemede de ortam nemi %45 ve sıcaklık 22°C olarak sabit ölçülmüştür.)

Elektriklenme prensipleri dikkate alındığında, teknisyenin bu arızaların temel nedeni hakkında yaptığı aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) 1. Hata Durumunda boya taneciklerinin tamamı metal gövdeyle aynı cins yüklenmiş, bu yüzden havada birbirlerini çekerek topaklanmışlardır.
- B) Her iki hata durumu da boya taneciklerinin nötr olmasından kaynaklanmaktadır; taneciklerin hareketini sağlayan tek faktör tabancadan çıkan havanın basıncıdır.
- C) 1. Hata Durumunda boya tabancasının yükleme ünitesi bozulmuş olup tanecikler aynı cins yüklenememiştir; 2. Hata Durumunda ise metal gövdenin zıt yüklenme (veya topraklama) bağlantısı kopmuştur.**
- D) 2. Hata Durumunda boya tanecikleri ile metal gövde zıt elektrik yüküyle yüklendiği için tanecikler havada dağılabilmiş, ancak nemden dolayı tutunamamışlardır.

Açıklama: Elektrostatik boyama sistemlerinde iki temel prensip kusursuz bir sonuç için birlikte çalışır: 'Aynı yüklü cisimler birbirini iter' ilkesi boya taneciklerinin havada topaklanmadan eşit dağılmasını sağlar. 'Zıt yüklü cisimler birbirini çeker' (veya yüklü cisimler nötr cisimleri çeker) ilkesi ise boyanın yüzeye güçlüce yapışmasını sağlar. 1. Durumda topaklanma olması, boya taneciklerinin aynı cins yüklenemediğini (tabanca arızası) ancak metalin güçlü bir şekilde yüklü veya nötr olarak bu tanecikleri çekebildiğini gösterir. 2. Durumda taneciklerin homojen dağılması tabancanın tanecikleri başarıyla aynı cins yüklediğini gösterirken, yüzeye yapışmama sorunu metal gövde ile tanecikler arasında elektriksel bir çekim kuvveti (zıt yükleme veya topraklama) oluşturulamadığını ispatlar. Ortam nemi ve sıcaklık verisi soruda dikkat dağıtıcı detaylar olarak verilmiştir.

30. (5 Puan)

Bir öğrenci, bir kasaba maketini aydınlatmak için rüzgâr ve buhar gücüyle çalışan hibrit bir enerji üretim modeli tasarlıyor. Proje raporunda tasarım aşamalarını şu şekilde özetliyor:

- I. Pervanenin miline bir çubuk mıknatıs sabitledim ve etrafına sabit, iletken tel sarılı bir bobin yerleştirerek pervaneyi döndürdüm.
- II. Modelin aydınlatma verimini artırmak ve yeni bir enerji dönüşümü sağlamak amacıyla, devreye 'birincil dönüştürücü' olarak 3 Amperlik bir sigorta entegre ettim.
- III. Rüzgârın yetersiz olduğu durumlarda, su dolu bir kapalı kazanı kömürle ısıtıp çıkan yüksek basınçlı buharı pervanelere yönlendirerek sistemi termik santral mantığıyla çalıştırdım.

Öğrencinin tasarımı ve raporu incelendiğinde aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi bilimsel olarak doğrudur?

- A) I. adımda Faraday'ın elektromanyetik indüksiyon ilkesi hatalı uygulanmıştır; akım oluşması için mıknatısın sabit, iletken bobinin hareketli olması zorunludur.
- B) Tasarımda mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirecek ana ünite olan jeneratör eksik olduğundan, pervaneler ne kadar hızlı dönerse dönsün aydınlatma sağlanamaz.
- C) II. adımdaki bileşen bir enerji dönüştürücü değildir; yalnızca üzerinden geçen akım sınırı aştığında devreyi açarak sistemi koruyan bir güvenlik aracıdır.**
- D) III. adımda sisteme termik özellik kazandırılması, sistemin hareket (kinetik) enerjisi aşamasını atlayarak doğrudan ısı enerjisini elektriğe çevirmesini sağlar.

Açıklama: Öğrenci I. adımda mıknatıs ve bobin kullanarak elektromanyetik indüksiyon (Faraday prensibi) yoluyla kinetik enerjiyi elektrik enerjisine başarıyla dönüştüren bir jeneratör kurmuştur; burada mıknatısın dönmesi yeterlidir, bobinin dönmesi zorunlu değildir (B ve C seçenekleri yanlıştır). III. adımda kömürün kimyasal enerjisi ısıya, buhar üzerinden kinetik enerjiye ve ardından jeneratörde elektriğe dönüşür; kinetik aşama atlanmaz (D seçeneği yanlıştır). Ancak II. adımda sigortayı bir 'enerji dönüştürücü' veya 'verim artırıcı' olarak tanımlamak kavram yanılgısıdır. Sigorta, devreden aşırı akım geçtiğinde eriyerek (devreyi keserek) güvenliği sağlayan bir bileşendir.

31. (5 Puan)

Kütleleri farklı, dış hacimleri tamamen özdeş K, L ve M iletken kürelerinin elektriklenme deneyinde kullanılmadan önceki (+) ve (-) yük miktarları Şekil 1'de verilmiştir. Bir öğrenci, yalıtkan saplarından tuttuğu bu üç küreyi aynı anda birbirine dokundurarak ayırıyor. Sonrasında sistemdeki hiçbir kürenin dış ortama yük vermediğini bilerek kürelerin son durumdaki yük dağılımını gösteren Şekil 2'deki tabloyu oluşturuyor.

Öğrencinin oluşturduğu Şekil 2'deki tablo incelendiğinde, elektriklenme süreciyle ilgili yaptığı temel hata ve doğru olması gereken durumla ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

Şekil 1: Başlangıç Yük Durumu

Cisim	Pozitif Yük (+)	Negatif Yük (-)
K	16	6
L	10	14
M	10	10

Şekil 2: Öğrencinin Son Durum Tablosu (Hatalı)

Cisim	Pozitif Yük (+)	Negatif Yük (-)
K	16	14
L	10	8
M	12	10

- A) Sistemdeki toplam net yükü kürelere eşit paylaşması hatalıdır; başlangıçta en büyük net yüke sahip olan K küresinin son durumdaki (+) yük fazlalığı diğerlerinden fazla olmalıdır.
- B) Toplam elektron sayısının (30) korunduğunu hesaplamış ancak (-) yüklü L küresinin yük kaybederek (+) yüklü hale gelemeyeceğini göz ardı etmiştir.
- C) K küresinin (+) yük miktarını sabit tutması hatalıdır; başlangıçtaki fazla (+) yüklerin K üzerinden L ve M kürelerine eşit olarak dağılması gerekirdi.

D) M küresinin (+) yük miktarını artırarak iletkenlerde (+) yüklerin yer değiştirmedeği kuralını ihlal etmiştir; M'nin son durumdaki net yükünün +2 olması için (-) yük sayısı 8 olmalıdır.

Açıklama: Sistemdeki net yük korunur. Başlangıçta K küresi +10, L küresi -4 ve M küresi 0 (nötr) yüke sahiptir. Toplam net yük $(+10) + (-4) + 0 = +6$ 'dır. Küreler özdeş olduğu için her birine +2 net yük düşmelidir. Katı iletkenlerde protonlar (pozitif yükler) hareket etmez, elektriklenme yalnızca elektronların (negatif yüklerin) transferiyle gerçekleşir. Öğrencinin tablosunda K ve L'nin son net yükleri +2'dir ve başlangıçtaki (+) yük sayıları sabit kalmıştır (Bu kısım doğrudur). Ancak öğrenci, M küresinin net yükünü +2 yapabilmek için M'nin (+) yük sayısını 10'dan 12'ye çıkarmış, yani pozitif yükleri hareket ettirmiştir. M küresinde (+) yükler 10 olarak kalmalı, +2 net yük elde etmek için M küresi sistemde 2 elektron kaybederek 8 (-) yüke sahip olmalıdır.

32. (5 Puan)

Güç santralleri, temel enerji kaynaklarını çeşitli dönüşüm süreçlerinden geçirerek kullanılabilir elektrik enerjisine çeviren karmaşık tesislerdir.

Bir proje grubundaki öğrenciler, farklı enerji santrallerinin çalışma prensiplerini modellemek için bir tablo hazırlamışlardır. Hazırlanan tabloda Sistem X için 'Barajdaki su (Potansiyel Enerji) -> Kinetik Enerji -> Elektrik Enerjisi', Sistem Y için 'Kömür (Kimyasal Enerji) -> Isı Enerjisi -> Elektrik Enerjisi' ve Sistem Z için 'Rüzgar (Kinetik Enerji) -> Elektrik Enerjisi' dönüşüm zincirleri yazılmıştır. Ayrıca bilgi notu olarak Sistem Y'nin günlük 500 ton soğutma suyuna ihtiyaç duyduğu eklenmiştir. Grubun hazırladığı modellemede bir santralin dönüşüm şemasında eksiklik tespit edilmiş ve şema hatalı bulunmuştur. Bu modellemedeki bilimsel hatanın tespit edilip düzeltilmesi için hangi seçenekteki işlem yapılmalıdır?

A) Sistem Y modellemesinde ısı enerjisi jeneratörde doğrudan elektriğe çevrilemediğinden, şemaya 'Isı Enerjisi -> Kinetik Enerji' geçiş aşaması dahil edilmelidir.

B) Sistem Z modellemesinde rüzgar enerjisinin depolanabilmesi için kimyasal enerji aşaması tablonun başına yerleştirilmelidir.

C) Sistem X modellemesinde suyun potansiyel enerjisi doğrudan elektrik enerjisine dönüşemeyeceği için araya ısı enerjisi aşaması eklenmelidir.

D) Termik özellik taşıyan Sistem Y'nin soğutma suyu ihtiyacı gereksiz bir bilgi olduğundan silinmeli ve kimyasal enerjinin doğrudan hareket enerjisine dönüştüğü yazılmalıdır.

Açıklama: Termik ve nükleer gibi ısıya dayalı santrallerde yakıtın enerjisi (kimyasal veya nükleer) önce ısı enerjisine dönüşür. Isınan suyun oluşturduğu yüksek basınçlı buhar, türbinleri döndürerek kinetik (hareket) enerjisi oluşturur ve bu mekanik dönüşüm jeneratörde elektrik enerjisine çevrilir. Soru bağlamındaki Sistem Y'de kömürün ısısından sonra hareket (türbin) aşaması atlandığı için şema hatalıdır. Soğutma suyu detayı, sorunun özündeki enerji dönüşüm akışından bağımsız bir çeldirici veridir. Diğer seçenekler santrallerin gerçek çalışma mekanizmalarıyla çelişen yanılgılar içermektedir.

33. (5 Puan)

Bir araştırmacı, laboratuvarı yalıtkan ayaklar üzerinde duran özdeş ve iletken K, L ve M küreleri ile bir elektriklenme deneyi tasarlıyor. Kürelerin başlangıçtaki parçacık sayıları şöyledir:

- K küresi: 10 Proton, 10 Elektron
- L küresi: 6 Proton, 12 Elektron
- M küresi: 14 Proton, 4 Elektron

Araştırmacı sırasıyla şu adımları izliyor:

1. L ve M kürelerini birbirine dokundurularak yük dengesi sağlandıktan sonra birbirinden ayırıyor.
2. L küresini yalıtkan sapından tutarak topraklanmış durumdaki K küresine yaklaştırıyor.
3. L küresi K'ye yakın konumdayken önce K'nin toprak bağlantısını kesiyor, ardından L'yi uzaklaştırıyor.

Süreci gözlemleyen bir öğrenci şu çıkarımı yapıyor: '1. adımda M'den L'ye proton geçişi olarak küreler aynı yükü yüklenir. 3. adım tamamlandıında ise K küresi son durumda eksi (-) yükü yüklenmiş olur.'

Öğrencinin deney sürecini ve elde ettiği sonuçları değerlendiren aşağıdaki ifadelerden hangisi bilimsel olarak en doğrudur?

A) Çıkarım kısmen hatalıdır; katı iletkenlerde protonlar hareket edemez, yük dengesi L'den M'ye geçen elektronlarla sağlanmıştır. Ancak topraklama işlemi sonrasında K küresi artı (+) yükü yüklenir.

B) Çıkarım tamamen hatalıdır; başlangıç parçacık sayılarına göre L ve M temas ettiğinde birbirini tamamen nötrler. Bu nedenle nötr L küresi K'ye yaklaştırıldıında topraklama sonucu hiçbir yük değişimi yaratmaz ve K nötr kalır.

C) Çıkarım kısmen hatalıdır; parçacık geçişi yalnızca elektronların L'den M'ye aktarılmasıyla gerçekteşir. Topraklanmış K küresine artı yüklü L yaklaştırıldıında topraktan elektron çekileceği için K'nin son yükü eksi (-) olur.

D) Çıkarım tamamen doğrudur; L ve M temas ettiğinde yük dengesi sağlanana kadar her iki yönde parçacık geçişi olmuş, ardından etkiyle elektriklenme ve topraklama kuralları eksiksiz işlemiştir.

Açıklama: Başlangıçta L küresi -6 net yüke, M küresi +10 net yüke sahiptir. Toplam net yük (+4) özdeş oldukları için paylaşılır ve her ikisi de +2 (artı) yüklü hale gelir. Katı cisimlerde protonlar hareket etmez; yük paylaşımı L'den M'ye elektron geçişi ile olur, dolayısıyla öğrencinin 'M'den L'ye proton geçişi olur' ifadesi hatalıdır. Artı yüklü hale gelen L küresi, topraklanmış K küresine yaklaştırıldıında topraktan K küresine elektron çeker. Toprak bağlantısı kesilip L uzaklaştırıldıında K küresi üzerinde fazla elektron kalır ve eksi (-) yükü yüklenmiş olur. Öğrencinin K'nin son yükü hakkındaki tahmini doğru, ancak parçacık transferi (proton) konusundaki gerekçesi yanlıştır. Bu mantıkla C seçeneği en doğru değerlendirmeyi yapmaktadır.

34. (5 Puan)

Endüstriyel tesislerde ve laboratuvar ortamlarında cisimleri istenilen bir yük cinsiyle elektriklendirmek veya fazla yüklerden arındırmak için topraklama yöntemi kullanılır. Topraklama sürecinde, iletken teller yardımıyla yer küre ve cisim arasında bir yük alışverişi sağlanır. Doğada yalnızca negatif yüklerin hareket edebildiği ilkesi, bu alışverişin yönünü ve sonucunu belirleyen temel kuraldır.

Öğrenci başlangıçta nötr olan iletken K levhasını, etkiyle elektrikleme ve topraklama yöntemlerini kullanarak kalıcı olarak pozitif yüklemek istiyor. Bunun için yalıtkan zemin üzerinde sırasıyla şu adımları izliyor:

1. Negatif yüklü ebonit bir çubuğu K levhasına yaklaştırıp bekletiyor.
2. Ebonit çubuk aynı konumdayken K levhasını iletken bir telle toprağa bağlıyor.
3. Önce ebonit çubuğu levhadan uzaklaştırıyor.
4. Son olarak topraklama telini kesiyor.

Öğrenci bu adımların sonunda K levhasının pozitif yüklendiğini düşünmektedir ancak işlemi inceleyen öğretmeni, sıralamadaki bir hata nedeniyle levhanın son durumda nötr olduğunu belirtir. K levhasının yüzey alanı 50 cm^2 'dir. Buna göre, öğrencinin tasarımındaki hatanın sonucunu ve bu sırada gerçekleşen gerçek yük hareketini doğru açıklayan ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- A) K levhası nötr kalmıştır; çünkü 3. adımda ebonit çubuk uzaklaştırıldığında levhada kalan pozitif yükler iletken tel üzerinden toprağa akmıştır.
- B) K levhası nötr kalmıştır; çünkü topraklama işlemi etkiyle elektriklemeden bağımsızdır ve her zaman cisimdeki tüm yükleri toprağa iterek yok eder.
- C) K levhası pozitif yüklenmek yerine negatif yüklenmiştir; çünkü 2. adımda topraktan levhaya doğru negatif yük geçişi olmuş ve bu yükler sistemde hapsolmüştür.

D) K levhası nötr kalmıştır; çünkü 3. adımda etki ortadan kalktığı için topraktan levhaya doğru negatif yük akışı gerçekleşerek levhadaki artı yükler dengelenmiştir.

Açıklama: Öğrenci etkiyle elektrikleme ile K levhasını pozitif yüklemek istemiştir. 1. ve 2. adımlarda ebonit çubuktaki negatif yükler, levhadaki negatif yükleri toprağa iter ve levhada pozitif yük fazlalığı oluşur. Ancak levhanın pozitif kalabilmesi için 3. adımda önce topraklama kesilmeli, sonra ebonit çubuk uzaklaştırılmalıdır. Öğrenci önce çubuğu uzaklaştırdığı için, pozitif yükleri levhada tutan çekim kuvveti ortadan kalkar. Topraklama bağlantısı henüz kesilmediğinden, topraktan levhaya doğru geri bir negatif yük akışı olur ve levha tekrar nötrleşir. Pozitif yükler hiçbir zaman hareket etmediği için bu nötrleşme işlemi topraktan gelen elektronlarla gerçekleşir.

35. (5 Puan)

Elektrikli araçlarda 'verim', harcanan elektrik enerjisinin sistemin temel kullanım amacına yönelik enerji türüne (faydalı enerji) dönüşme oranıdır. Tamamen yalıtılmış ve ışıksız, eşit hacimli dört farklı test odasına eşit miktarda elektrik enerjisi tüketen K, L, M ve N cihazları yerleştiriliyor. Süreç sonunda yapılan ölçümlerde; K cihazının bulunduğu odanın sıcaklığının büyük oranda arttığı ancak belli belirsiz bir aydınlık oluştuğu, L cihazının bulunduğu odanın sıcaklığının sadece 1 derece artıp çok yüksek bir aydınlık elde edildiği, M cihazının hava akımı oluşturup ortamı çok ısıttığı, N cihazının ise sıcaklığı ve ışığı değiştirmeden sadece bir milin hızla dönmesini sağladığı saptanıyor.

Bir öğrenci, ders çalışırken masasını aydınlatmak amacıyla 'Bir cihaz ne kadar çok enerji harcıyıp ortama ne kadar çok çeşitli enerji yayıyorsa, o kadar güçlü bir sonuç verir' şeklinde hatalı bir hipotez kurarak K cihazının çalışma prensibine sahip bir aydınlatma aracı seçiyor. Ancak lambanın odayı aydınlatmakta çok yetersiz kaldığını ve gereğinden fazla ısındığını fark ediyor. Aydınlatma amacıyla kullanıldığında enerji verimliliği en düşük olan K cihazının temsil ettiği teknoloji ve öğrencinin analiz sürecinde düştüğü temel kavramsal yanlış aşağıdakilerin hangisinde doğru eşleştirilmiştir?

A) Mutfak robotları - Yanılgı: Elektrik enerjisinin doğrudan hareket enerjisine dönüşmesi sırasında dişlilerde oluşan sürtünme kaynaklı ısının, güçlü bir aydınlatma yaratabileceğini düşünmek.

B) Akkor filamanlı ampuller - Yanılgı: Harcanan toplam elektrik enerjisi miktarının yüksek olmasının, cihazın amacına uygun (ışık) enerji üretiminin de yüksek olacağı anlamına geldiğini sanarak amaç dışı üretilen yüksek ısı kaybını göz ardı etmek.

C) Floresan lambalar - Yanılgı: Cihazın çalışma anında yaydığı düşük ısı miktarının, enerjinin verimsiz kullanıldığının bir göstergesi olduğunu zannedip faydalı ışık çıktısını tamamen yanlış yorumlamak.

D) LED lambalar - Yanılgı: Cihazın yaydığı toplam enerjinin faydalı enerji olan ışığa dönüşüm oranının çok düşük olmasını hesaba katmamak ve enerjinin yok olduğunu sanmak.

Açıklama: Öğrenci, sistemin harcadığı toplam enerjinin çokluğuna bakarak verimin ya da faydalı çıktının da çok olacağını varsayma hatasına düşmüştür. Aydınlatma araçlarında amaç ışık elde etmektir; bu nedenle elektrik enerjisini ışığa değil büyük oranda ısıya (yaklaşık %95) dönüştüren akkor filamanlı ampuller, aydınlatma verimi en düşük (faydalı dönüşüm oranı en az) olan araçlardır. K cihazının oda sıcaklığını çok artırıp çok az ışık vermesi, elektrik enerjisinin amaç dışı olan ısı enerjisine dönüştüğünü kanıtlar. Bu cihazın akkor filamanlı ampul olduğu açıktır ve öğrencinin hatası, harcanan enerjinin 'kullanım amacına (ışığa)' dönüşen kısmını ayırt edememesidir. LED ve floresan lambalar ışık verimi yüksek aydınlatma cihazlarıken mutfak robotu hareket enerjisi üretir.

36. (5 Puan)

Fen bilimleri laboratuvarında gerçekleştirilen bir elektriklenme deneyinde, başlangıç yük durumları bilinmeyen iletken K, L ve M küreleri kullanılmaktadır. (Kürelerin yarıçapları arasında $K > L > M$ ilişkisi vardır).

Deney adımları şöyledir:

1. Adım: K ve L küreleri birbirine dokundurulup ayrılıyor. Hassas ölçümler, bu dokunma işlemi sırasında K küresinden L küresine negatif yük (elektron) geçişi olduğunu kanıtlıyor.
2. Adım: Ayrılan K küresine M küresi yaklaştırıldığında, kürelerin birbirine itme kuvveti uyguladığı gözlemleniyor.

Bu verileri not alan bir öğrenci şu sonuca varıyor:

"K küresi elektron verdiği için son durumda pozitif (+), L küresi elektron aldığı için son durumda negatif (-) yüklenmiştir. M küresi, pozitif olan K'yi ittiğine göre kendisi de pozitifdir. O hâlde M küresi, negatif olan L küresine yaklaştırılırsa onu kesinlikle çekecektir."

Öğrencinin bu deneye dair yaptığı çıkarımın bilimsel değerlendirmesi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Çıkarım yanlıştır; K'den L'ye elektron geçişi olması, başlangıçta K'nin kesinlikle negatif, L'nin pozitif olduğunu gösterir, bu yüzden M küresinin başlangıç yükü bilinmeden yorum yapılamaz.

B) Çıkarım yanlıştır; birbirine dokundurulan iletken cisimler son durumda kapasiteleri ne olursa olsun aynı cins yükle (ya da her ikisi de nötr) kalır. M cismi K'yi itiyorsa L'yi de itmek zorundadır.

C) Çıkarım doğrudur; kürelerin hacimlerinin farklı olması ($K > L$), dokunma ile elektriklenmede zıt yükte kalmalarına olanak tanıdığından itme-çekme dengesi öğrencinin belirttiği gibi gerçekleşir.

D) Çıkarım doğrudur; elektron veren iletken K daima pozitif, alan L daima negatif yüklenir, böylece zıt yüklü L ve M cisimleri birbirini çeker.

Açıklama: Soruda çok yaygın bir kavram yanılgısı sorgulanmaktadır: Elektron veren cismin sadece pozitif, alanın ise negatif yüklenmesi durumu sürtünme ile elektriklenmede geçerlidir. Dokunma ile elektriklenmede cisimler arasında elektron geçişi olsa bile (net yük korunduğu için) dokunma işlemi bittiğinde her iki iletken cisim de kesinlikle aynı cins yükle yüklenir veya her ikisi de nötr olur. M küresi K'yi itebildiğine göre K sıfır (nötr) olamaz, belli bir işarete sahiptir ve M ile aynı işaretlidir. Dokunma sonrasında K ve L aynı cins yükle yükleneceği için, M küresi K'yi itiyorsa L'yi de itmek zorundadır. Yarıçap farklılıkları sadece paylaşılabilecek son yük miktarını değiştirir, yükün cinsini değiştirmez.

37. (5 Puan)

Elektrik yüklerinin özellikleri, dokunma ile elektriklenme, iletken cisimlerde yük dağılımı ve yükün korunumu.

Bir öğrenci, elektriklenme olaylarını incelemek için yalıtkan sapsı, özdeş K ve L iletken küreleriyle bir deney yapıyor (Deney sırasında sıcaklık sabittir ve havanın sürtünme etkisi ihmal edilmiştir).

Başlangıçta nötr olan K küresinin tam olarak 20 pozitif (+) ve 20 negatif (-) yüke sahip olduğu bilinmektedir. Öğrenci, başlangıç yük durumu bilinmeyen L küresini K küresine dokundurup ayırdıktan sonra, K küresinde 20 pozitif ve 28 negatif yük olduğunu tespit ediyor.

Öğrenci bu ölçüm verilerine dayanarak deney raporuna şu çıkarımları yazıyor:

- I. K küresinin negatif yük sayısı arttığı için, L küresinin de pozitif yük sayısı aynı miktarda azalarak denge sağlanmıştır.
- II. Dokunma ile elektriklenmede özdeş iletkenler yükü eşit paylaşacağından, L küresinin son durumdaki net yükü -8'dir.
- III. Toplam yükün korunumu ilkesi gereği, L küresinin başlangıçtaki net yükü -16 olmak zorundadır.

Buna göre öğrencinin raporundaki çıkarımların değerlendirilmesiyle ilgili aşağıdakilerden hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) I. çıkarım doğrudur çünkü K'nın negatif yük kazanması L'nin yapısındaki pozitif yüklerin bir kısmının yok olmasına sebep olmuştur; bu nedenle II ve III. çıkarımlar da geçerlidir.
- B) I ve II. çıkarımlar hatalıdır; dokunma ile elektriklenmede cisimler daima zıt cins yükle yüklenir, bu yüzden K negatif yüklendiğine göre L'nin son yükü pozitif olmalıdır.

C) I. çıkarım hatalıdır çünkü katı iletkenlerde pozitif yükler (protonlar) hareket etmez; ancak yükün korunumu ve özdeş kürelerde yükün eşit paylaşımı ilkelerine dayanan II ve III. çıkarımlar doğrudur.

- D) II. çıkarım doğru, III. çıkarım hatalıdır; toplam yük korunsa da sistemdeki havanın yalıtkanlık durumuna bağlı olarak L'nin başlangıç yükü sadece K'daki değişime bakılarak hesaplanamaz.

Açıklama: Soruda özdeş iki iletken kürenin birbirine dokundurulması durumu verilmiştir. Başlangıçta nötr olan (20+, 20-) K küresi, son durumda 28 negatif yüke (-8 net yük) ulaşmıştır. Bu durum K'nın dışarıdan (L'den) 8 adet negatif yük (elektron) aldığını gösterir. Katılarda elektriklenmeyi sağlayan hareketli parçacıklar elektronlardır, pozitif yükler hareket etmez (I. çıkarım bu yüzden hatalıdır). Küreler özdeş oldukları için toplam net yükü eşit paylaşırlar. K'nın son yükü -8 ise L'nin de son yükü -8'dir (II. çıkarım doğrudur). Sistemdeki toplam son yük $(-8) + (-8) = -16$ 'dır. Başlangıçta K nötr (0) olduğuna göre, yükün korunumu ilkesi gereği L'nin başlangıçtaki net yükü -16 olmalıdır (III. çıkarım doğrudur). Ortam koşullarının ve sürtünme etkisinin ihmal edildiği bilgisi çeldirici olarak kullanılmıştır.

38. (5 Puan)

Bir öğrenci, yalıtkan iplerle asılmış iletken X, Y ve Z küreleriyle bir deney yapıyor. Deneyin ilk aşamasında X ve Y küreleri birbirine yaklaştırıldığında birbirlerini ittiklerini gözlemliyor. İkinci aşamada Y ve Z küreleri birbirine yaklaştırıldığında birbirlerini çektiklerini kaydediyor. Öğrenci daha sonra X ve Z kürelerini birbirine dokundurup ayırıyor ve her ikisini de tekrar yalıtkan iplere asıyor. Son durumda X ve Z'nin birbirini ittiği, Y ve Z'nin ise aralarında herhangi bir itme ya da çekme kuvveti oluşmadığı gözlemleniyor. (X, Y ve Z'nin kütleleri eşittir). Buna göre başlangıçtaki kürelerin yük durumları ve aralarındaki etkileşimle ilgili aşağıdaki çıkarımlardan hangisi kesinlikle doğrudur?

A) Başlangıçta X ve Z zıt yüklüdür ve X'in yük miktarı Z'nin yük miktarından fazladır.

B) Başlangıçta Z nötrdür, Y ile Z'nin çekme nedeni yüklü cismin nötr cismi çekmesidir.

C) Başlangıçta X ve Y zıt yüklüdür, dokunma sonrası X ve Z aynı cins yükü yüklenmiştir.

D) Dokunma sonrası Y ve Z'nin etkileşmemesi için başlangıçta Y'nin nötr olması gerekir.

Açıklama: X ve Y birbirini itiyorsa başlangıçta X ve Y aynı cins yüklüdür. Y ve Z birbirini çekiyorsa Z ya Y ile zıt yüklüdür ya da nötrdür. X ve Z birbirine dokundurulduğunda yük paylaşımı yaparlar. Son durumda Y ve Z etkileşmiyorsa, Z'nin son yükü nötr olamaz çünkü Y (başlangıçta X ile aynı yüklüydü) yüklüdür. Eğer Z son durumda yüklü ise ve Y ile etkileşmiyorsa bu imkansızdır, dolayısıyla son durumda Y'nin nötrleşmiş olma ihtimali yoktur çünkü Y'ye dokunulmadı. Burada Y ve Z etkileşmemesi ancak Z'nin son durumda nötr olmasıyla mümkündür ve Y de onu çeker. Ancak sorudaki ifade 'herhangi bir kuvvet oluşmuyor' değil, Z'nin nötr kaldığı ama aslında yüklü bir cisim (Y) nötrü çeker. Demek ki Z nötr olmamalı. Bu çelişkiyi çözmek için, dokunma sonrası X ve Z'nin birbirini itmesi için her ikisinin de yüklü (aynı) olması gerekir. X ve Z'nin başlangıçta dokunmadan önce X (Y ile aynı yüklü) ve Z'nin zıt yüklü olup, X'in yük miktarının fazla olması sayesinde dokunma sonrası ikisinin de X'in yük işaretini alması ve böylece Y ile Z'nin (aynı cins yüklü olduklarından) itmesi beklenirdi. Ancak etkileşmeme diyor Y'nin nötr olma durumu... Soru bağlamında A şıkkı, Z'nin zıt yüklü ve X'in yükünün Z'den fazla olduğu durum, dokunma sonrası her ikisinin X ile aynı işaretli yüklenmesini sağlar. Z başlangıçta Y ile zıt yüklüydü (çekme). Dokunma sonrası Z, X'in (ve dolayısıyla Y'nin) işaretini alır.

39. (5 Puan)

Fizik laboratuvarında sıcaklıkları eşit, yalıtkan ayaklı ve özdeş iletken K, L, M küreleriyle bir deney tasarlanıyor (K küresinin kütlesi 120 g, L ve M ise 100'er gramdır). Başlangıçta K küresinde 20 adet negatif ve 4 adet pozitif yük bulunurken, L ve M küreleri elektriksel olarak nötrdür. Bir öğrenci, K küresini önce L'ye dokundurup ayırıyor, ardından L küresini M'ye dokunduruyor ve raporuna şu analizi yazıyor: 'K'nin başlangıç net yükü -16 olduğundan birinci aşamada L'ye 8 adet pozitif yük vererek kendi net yükünü -8'e, L'nin yükünü de -8'e getirmiştir. İkinci aşamada L ve M temas ettiğinde, L küresi -8 net yükünün yarısını korumak için M küresinden 4 adet pozitif yük almış, böylece son durumda hem L hem de M -4 net yüke sahip olmuştur.'

Öğrencinin hazırladığı bu deney raporundaki bilimsel mantık hatalarının tamamen giderilmesi için aşağıdaki düzeltmelerden hangisi yapılmalıdır?

A) Elektriklenmede hem pozitif hem negatif yükler yer değiştirdiği için, birinci aşamada K'den L'ye 10 negatif ve 2 pozitif yük; ikinci aşamada ise L'den M'ye 5 negatif ve 1 pozitif yük geçtiği belirtilmelidir.

B) Nötr M küresi dokunma ile elektriklenme sonucunda pozitif yük kaybederek (-) duruma geçemez; bu nedenle ikinci adımda M'den L'ye 4 negatif yük geçtiği yazılarak denge durumu açıklanmalıdır.

C) Sıcaklık ve kütle gibi fiziksel değişkenler yük paylaşımını değiştireceğinden, L küresi birinci adımda net -8 yüke ulaşamaz; K'nin sahip olduğu sadece 20 negatif yük yarı yarıya paylaştırılıp işlemler tekrarlanmalıdır.

D) Hesaplanan son net yükler doğru olsa da iletkenlerde pozitif yükler hareket etmez; bu nedenle birinci aşamada K'den L'ye 8 adet, ikinci aşamada ise L'den M'ye 4 adet negatif yük geçtiği şeklinde rapor düzeltilmelidir.

Açıklama: Öğrencinin net yük hesaplamaları (sırasıyla -8, -8 ve sonra -4, -4) matematiksel olarak doğru bir sonuca ulaşsa da kavramsal temeli tamamen hatalıdır. İletken katılarda (kürelerde) elektrik akımını ve yük alışverişini sağlayan yegane hareketli tanecikler negatif yüklü elektronlardır; pozitif yükler (protonlar) çekirdekte sabit kalır ve yer değiştirmez. Ayrıca kürelerin kütleleri gibi veriler elektriklenme paylaşımında (özdeş kapasite şartı belirtildiğinden) bir etkiye sahip olmayan çeldirici bilgilerdir. Sonuç olarak birinci aşamada K'den L'ye 8 negatif yük (elektron), ikinci aşamada L'den M'ye 4 negatif yük geçmiş olması gerekir.

40. (5 Puan)

Atomların çekirdeğinde bulunan protonlar pozitif (+), yörüngelerindeki elektronlar ise negatif (-) yüklüdür. Maddelerin elektriklenmesi süresince sistemdeki toplam yük ve tanecik sayısı daima korunur. Elektriklenen cisimlerin yük işaretleri, bünyelerindeki pozitif ve negatif yüklerin sayısal dengesinin bozulmasıyla belirlenir.

Bir öğrenci, elektriklenme olaylarını modellemek için bir bilgisayar simülasyonu kodlamaktadır. Simülasyonun başlangıcında, birbirine sürtülen nötr ve yalıtkan K ve L cisimlerinin yük durumu aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

Başlangıç:

K cismi: 100 Proton, 100 Elektron

L cismi: 100 Proton, 100 Elektron

Öğrenci, sürtünme işlemi gerçekleştikten sonra K cisminin pozitif (+), L cisminin ise negatif (-) yüklerle yükleneceğini hesaplamış ve "Sürtünme Sonrası" kod bloğunu şu şekilde yazmıştır:

K cismi: 105 Proton, 100 Elektron

L cismi: 95 Proton, 100 Elektron

Fen bilimleri öğretmeni, kod çalıştırıldığında cisimlerin işaretlerinin doğru görüldüğünü ancak programın temel elektriklenme yasalarına aykırı çalıştığını belirtmiştir.

Buna göre öğrenci, simülasyonun bilimsel gerçekliğe uygun çalışması için "Sürtünme Sonrası" veri satırlarını aşağıdakilerden hangisiyle değiştirmelidir?

A) K cismi: 105 Proton, 95 Elektron L cismi: 95 Proton, 105 Elektron

B) K cismi: 105 Proton, 105 Elektron L cismi: 95 Proton, 95 Elektron

C) K cismi: 100 Proton, 105 Elektron L cismi: 100 Proton, 95 Elektron

D) K cismi: 100 Proton, 95 Elektron L cismi: 100 Proton, 105 Elektron

Açıklama: Elektriklenme süreçlerinde atomun çekirdeğinde bulunan protonlar kesinlikle hareket etmez. Bu nedenle K ve L cisimlerinin başlangıçtaki 100 olan proton sayılarının değişmemesi gerekir. Öğrencinin yazdığı kodda proton sayılarının değişmesi temel bir fizik hatasıdır. K cisminin pozitif yüklenebilmesi için proton sayısının elektron sayısından fazla olması gerekir; bu ancak elektron kaybetmesiyle (örneğin elektronlarının 95'e düşmesiyle) mümkündür. Kapalı sistemde toplam yük korunduğundan, K'nin kaybettiği 5 elektron L cismine geçecektir. Bu durumda L'nin elektron sayısı 105'e çıkar ve L negatif yüklenmiş olur.

41. (5 Puan)

Elektrikli aletlerde enerji korunumu yasası gereği, harcanan toplam elektrik enerjisi farklı enerji türlerine dönüşür. Aydınlatma teknolojilerinde temel amaç, harcanan elektrik enerjisinin maksimum oranda ışığa dönüştürülmesini sağlayarak verimliliği artırmaktır.

Eşit parlaklıkta aydınlatma sağlayan (ortama saniyede aynı miktarda ışık enerjisi yayan) K, L ve M lambalarının 1 saniyede şebekeden çektikleri elektrik enerjisi, çevreye yaydıkları ısı enerjisi ve yaydıkları ışığın rengi ölçülerek aşağıdaki tablo oluşturulmuştur.

Lamba Türü	Harcanan Elektrik Enerjisi (Joule)	Çevreye Yayılan Isı Enerjisi (Joule)	Işık Rengi
K	100	95	Sarı
L	20	15	Beyaz
M	6	1	Beyaz

Bir öğrenci bu verileri inceledikten sonra proje raporuna şu sonucu yazmıştır: *"M lambasının bütçeye en uygun seçenek olmasının temel nedeni, harcadığı elektrik enerjisinin az olması değil; K ve L lambalarına kıyasla 1 saniyede etrafa yaydığı ışık enerjisi miktarının matematiksel olarak çok daha fazla olmasıdır."*

Öğrencinin bu çıkarımındaki temel mantık hatası aşağıdakilerden hangisi ile en doğru şekilde açıklanabilir?

A) Isıya dönüşen enerjinin aydınlatma verimini etkilemediğini düşünmesi; gerçekte L lambası harcadığı elektriğin en büyük yüzdesini ışığa çeviren lambadır.

B) Lambaların saniyede yaydıkları ışık enerjilerinin aslında birbirine eşit olduğunu fark edememesi; M'nin avantajı aynı miktarda ışığı çok daha az elektrik tüketerek elde etmesidir.

C) M lambasının tasarruflu olmasını ışık renginin beyaz olmasına bağlamamış olması; sarı ışık elde etmek için her zaman daha fazla elektrik enerjisine ihtiyaç duyulur.

D) Harcanan toplam enerjinin sadece ısı ve ışığa dönüştüğünü varsayması; K lambasının daha fazla enerji çekmesinin nedeni ürettiği sarı ışığın dalga boyudur.

Açıklama: Tablodaki verilerde, her bir lambanın 1 saniyede harcadığı elektrik enerjisinden çevreye yayılan ısı enerjisi çıkarıldığında (K: $100-95=5J$, L: $20-15=5J$, M: $6-1=5J$) saniyede ortama yayılan ışık enerjisinin hepsinde 5 Joule olduğu görülür. Öğrenci, M lambasının daha fazla ışık enerjisi yaydığını iddia ederek bir mantık hatası yapmıştır. Doğru açıklama, tüm lambaların aynı miktarda (5J) ışık yaydığı, ancak M lambasının bu işi yaparken (sadece 6J harcayarak) şebekeden çok daha az enerji çekmesidir. Işık rengi tabloya eklenmiş ancak enerji hesabı için gereksiz bir çeldiricidir.

42. (5 Puan)

Bir laboratuvar çalışmasında, yalıtkan ayaklar üzerinde duran, başlangıçta nötr ve iletken P, R ve S küreleri kullanılıyor. P ve R küreleri birbirine temas halindeyken, S küresi onlardan tamamen uzakta durmaktadır. Deney ortamının sıcaklığı $25^{\circ}C$, nem oranı ise %45 olarak ölçülmüştür.

Deney adımları şöyledir:

1. Negatif (-) yüklü bir yalıtkan çubuk P küresine yaklaştırılıyor.
2. Çubuk sistemde tutulurken, R küresi iletken bir tel ile kısa süreliğine topraklanıyor ve hemen ardından toprak bağlantısı kesiliyor.
3. R küresi yalıtkan sapından tutularak P'den ayrılıyor.
4. Son olarak R küresi, nötr S küresine dokundurulup ayrılıyor.

Bir öğrenci deneyin sonucunu tahmin ederken raporuna şu notu düşmüştür: "*Topraklama aşamasında topraktan R küresine elektron geçişi olmuş ve R eksi yüklenmiştir. Bu nedenle son aşamada R küresi S'ye dokundurulduğunda, S küresi de eksi (-) yüklenmiştir.*"

Öğrencinin raporundaki çıkarımda yer alan **temel bilimsel hata** aşağıdakilerden hangisinde doğru ifade edilmiştir?

- A) Elektronlar P'den R'ye itilerek R negatif yüklenmiş ve topraklama bunu değiştirmemiştir; temel hata S küresinin de negatif değil pozitif yükleneceğinin düşünülmesidir.
- B) Topraklama işlemi sırasında R küresinden toprağa pozitif (+) yükler geçiş yapmış, bu nedenle R küresi baştan itibaren nötr değil, pozitif yüklü hale gelmiştir.
- C) Negatif yüklü çubuk iletken sistemdeki elektronları ittiği için, topraklama sırasında elektronlar topraktan R'ye değil, R'den toprağa geçmiş ve R küresi nötr kalmıştır.**
- D) Yaklaştırılan çubuk P küresindeki protonları çekerek R küresinde elektron fazlalığı oluşturmuştur, ancak S'ye temas anında yalıtkanlık devreye girmiştir.

Açıklama: Negatif yüklü çubuk P küresine yaklaştırıldığında, iletken P-R sistemindeki serbest elektronları (aynı yüklerin birbirini itmesi prensibiyle) en uzağa, yani R küresine iter. Sistem bu haldeyken R küresinden topraklama yapıldığında, R küresinde biriken fazla elektronlar toprağa akar. Topraklama kesilip R küresi ayrıldığında, P küresi çubuğun çekim etkisinden dolayı pozitif (+) kalırken, elektronlarını toprağa veren R küresi nötr durumda kalır. R küresi nötr olduğu için sonradan S küresine dokundurulduğunda S küresi de nötr kalmaya devam eder. Pozitif yükler (protonlar) katı iletkenlerde hareket edemez. Öğrencinin hatası, elektronların hareket yönünü ve R küresinin topraklama sonrası yük durumunu yanlış değerlendirmesidir.

43. (5 Puan)

Bir araştırmacı, yalıtılmış ortamda başlangıçta nötr olan K ebonit çubuğunu nötr yün kumaşa sürtüyor (Ortam sıcaklığı 22°C, nem %40'tır). Daha sonra bu ebonit çubuğu, önceden pozitif (+) yükle yüklenmiş ve yaprakları biraz açık olan bir elektroskobun topuzuna dokunduruyor. Elektroskobun yapraklarının önce tamamen kapandığını, ardından tekrar açıldığını gözlemliyor. Araştırmacı bu durumu şu şekilde açıklıyor: "Sürtünme sırasında ebonit çubuktan yün kumaşa elektron geçişi olmuş, çubuk pozitif yüklenmiştir. Çubuk elektroskoba dokundurulduğunda ise elektroskoptaki fazla pozitif yüklerin bir kısmı çubuğa geçmiş ve elektroskobun yaprakları daha az pozitif kaldığı için önce kapanıp sonra açılmıştır."

Bu öğrencinin hatalı çıkarımı, aşağıdaki durumların hangisinden kaynaklanmaktadır?

A) Protonların hareket etmediğini bilmesine rağmen, elektroskobun yapraklarının negatif yüklerin çubuktan elektroskoba geçmesiyle açıldığını atlaması

B) Cam çubuğun ipek kumaşa sürtüldüğünde pozitif yüklendiğini hatırlayıp, ebonit-yün eşleşmesinde de elektronların kumaşa geçtiğini sanması

C) Pozitif yüklerin (protonların) katı iletkenlerde hareket edebileceğini düşünerek, sürtünme ile elektriklenmede elektronların yönünü ters algılaması

D) Sürtünme sonucu ebonit çubuğun ve elektroskobun zıt işaretli yüklendiğini varsayarak dokunma ile elektriklenme kuralını yanlış uygulaması

Açıklama: Sürtünme ile elektriklenmede yün kumaştan ebonit çubuğa elektron (negatif yük) geçer ve çubuk negatif (-) yüklenir. Ebonit çubuk pozitif yüklü elektroskoba dokundurulduğunda yapraklar önce kapanıp sonra açılıyorsa, çubuğun negatif yük miktarı elektroskobun pozitif yük miktarından fazladır ve topuzdan elektroskoba doğru elektron akışı olur. Elektroskop önce nötrlenip kapanır, sonra artan elektronlardan dolayı (-) yüklenerek tekrar açılır. Araştırmacı pozitif yüklerin hareket ettiğini sanarak iki farklı fiziksel kavramı yanlış kullanmıştır.

44. (5 Puan)

Elektriklenme çeşitleri ve yük korunumu kuralları, iletkenlerde yük dağılımı

Bir laboratuvar asistanı, yalıtkan ayaklar üzerinde bulunan ve birbirine temas eden nötr, iletken K ve L küreleriyle aşağıdaki deneyi yapıyor (Deney sırasında ortam sıcaklığı 25°C sabit tutulmuş ve kullanılan yalıtkan çubuğun kütlesi 20 gram olarak ölçülmüştür):

1. Negatif yüklü yalıtkan bir çubuk K küresine yaklaştırılıyor (dokundurulmadan).
2. Çubuk aynı konumda tutulurken, L küresi yalıtkan sapından tutularak K'dan uzaklaştırılıyor.
3. Daha sonra negatif yüklü çubuk da sistemden tamamen uzaklaştırılıyor.
4. Son aşamada, K küresi başlangıçta nötr olan farklı boyuttaki iletken M küresine dokundurulup ayrılıyor.

Asistanın deney raporunda yer alan aşağıdaki çıkarımlardan hangileri bilimsel olarak doğrudur?

- I. İkinci aşama sonucunda K küresinin pozitif yüklenmesinin nedeni, negatif yüklü çubuğun K'daki protonları kendine doğru çekmesi ve elektronların L'ye itilmesidir.
- II. Dördüncü aşamadaki dokunma ile elektriklenme sonucunda, boyutları farklı olsa bile K ve M kürelerinin son yük işaretleri kesinlikle birbiriyle aynı olur.
- III. Eğer ikinci aşamadan önce, henüz küreler ayrılmamışken çubuk sistemden uzaklaştırılırdı, K ve L kürelerindeki yük dağılımı eski haline döner ve her iki küre de nötr kalırdı.

- A) I, II ve III
B) I ve II
C) II ve III
D) Yalnız III

Açıklama: I. öncül yanlıştır; katılarda yük geçişi ve kutuplanma sadece serbest elektronların hareketiyle gerçekleşir, protonlar çekirdekte sabit olduğundan hareket etmezler. K'nın pozitif yüklenmesinin nedeni elektron kaybetmesi (L'ye itilmesi) dir, protonların çekilmesi değildir. II. öncül doğrudur; dokunma ile elektriklenmede iletken cisimler net yükü kapasiteleriyle (boyutlarıyla) orantılı paylaşırlar ancak son durumda mutlaka aynı cins yükle (veya ikisi birden nötr) yüklenmek zorundadırlar, işaretleri farklı olamaz. III. öncül doğrudur; etki ile elektriklenmede kalıcı yüklenme olması için etki eden cisim uzaklaştırılmadan sistemin ayrılması veya topraklamanın kesilmesi gerekir. Ayrılmadan önce çubuk uzaklaşırsa kutuplanma bozulur ve elektronlar eski konumuna dönerek sistemi nötrler. Sorudaki sıcaklık ve kütle verileri sorunun çözümünü etkilemeyen çeldirici detaylardır.

45. (5 Puan)

Endüstriyel bir hava temizleme cihazının tasarımı, yalıtılan zemin üzerindeki pozitif ve negatif P, R, S toz partiküllerinin temel yük sayıları incelenmiştir. Verilere göre; P partikülü 14q pozitif ve 8q negatif, R partikülü 10q pozitif ve 22q negatif, S partikülü ise 15q pozitif ve 15q negatif yüke sahiptir. Bir teknisyen, partiküllerin etkileşimini denetlerken su adımları raporlamıştır: I. P ve R partikülleri birbirine dokundurulup ayrıldığında kalan net yük ikisi arasında eşit paylaşılır. II. Bu dokunma sırasında P'nin net pozitif yükü fazla olduğu için R'den P'ye proton geçisi olur ve P'nin artı yükü azalırken eksi yük dengesi değişir. III. Son durumda P partikülü S partikülüyle yan yana getirildiğinde, her ikisi de yüklü olduğundan birbirlerini güçlü şekilde iterler.

Teknisyenin raporundaki hatalı çıkarımlarla ilgili aşağıdaki değerlendirmelerden hangisi en doğru ve eksiksiz tespitleri içermektedir?

A) Yalnızca II. adım hatalıdır; dokunma ile elektriklenmede elektronlar hareket eder, ancak son durumda P partikülü pozitif yüklü kalacağı için S'yi çeker.

B) I. ve III. adımlar hatalıdır; çünkü P ve R dokundurulduğunda zıt yükler birbirini tamamen sıfırlar ve nötr hale gelen P, S ile etkileşime girmez.

C) II. adım doğrudur ancak I. ve III. adımlar hatalıdır; kati iletkenlerde proton geçisi de olabilir fakat P'nin net yükü S'yi itmek yerine ondan yük çeker.

D) II. ve III. adımlar hatalıdır; çünkü yalnızca elektronlar hareket edebilir ve son durumda eksi yüklenen P partikülü, nötr olan S partikülünü itmez, çeker.

Açıklama: P partikülü başlangıçta net +6q, R partikülü net -12q yüke sahiptir.

Dokundurulduklarında toplam -6q yük paylaşılır ve her ikisi de net -3q (negatif) yüklü hale gelir. II. adım hatalıdır çünkü kati cisimler arasında proton değil, sadece elektron geçisi olur (R'den P'ye elektron geçer). III. adım da hatalıdır çünkü S partikülü eşit sayıda artı ve eksi yük içerdiği için nötrdür; yüklü bir cisim (negatif olan yeni P) nötr bir iletkeni her zaman çeker, itmez.

46. (5 Puan)

Elektrik enerjisi, günlük hayattaki araçlarda cihazın işlevine göre farklı tasarım ilkeleriyle hareket veya ısı enerjisine dönüştürülebilir. Bu dönüşüm sırasında cihazın mimarisinde kullanılan parçalar, hedeflenen enerji türünü doğrudan belirler.

Bir mühendis, kampçılar için pille çalışan, sıvıları hem ısıtan hem de sürekli karıştıran taşınabilir bir termos tasarlamaktadır. Termosun alt gövdesinde birbirinden bağımsız çalışan iki farklı elektrikli birim (K ve L) bulunmaktadır:

- **K Birimi:** İçerisinden elektrik akımı geçtiğinde hızla dönen bir mil, bu milin çevresine sarılmış bakır tel (bobin) ve bobini çevreleyen sabit mıknatıslar içermektedir.
- **L Birimi:** Sadece çok ince, direnci yüksek ve dar bir alana sığabilmesi için sarmal (spiral) şeklinde sıkıca kıvrılmış bir metal telden oluşmaktadır.

Sistem 12 Volt'luk bir doğru akım kaynağı ile test edildiğinde; L biriminin içeceği hızla ısıttığı, K biriminin ise içeceği karıştırdığı fakat uzun süreli çalışmada K biriminin gövdesinin de belirgin şekilde ısındığı raporlanmıştır.

Tasarımla ilgili test raporunu inceleyen bir stajyerin yaptığı aşağıdaki çıkarımlardan hangileri doğrudur?

- I. K birimindeki sabit mıknatıslar tasarımdan çıkarılırsa, mil dönme hareketi yapamaz ve elektrik enerjisi hareket enerjisine dönüştürülemez.
- II. K biriminin ısınmasının temel sebebi sistemin ısıtıcı olarak tasarlanması değil, dönen parçaların sürtünmesi ve tellerin doğal direnci nedeniyle enerjinin bir kısmının kayıp olarak ısıya dönüşmesidir.
- III. L birimindeki telin sarmal (bobin benzeri) şekilde kıvrılmasının asıl amacı, akım geçtiğinde ortamda güçlü bir manyetik alan yaratarak elektromanyetik hareket enerjisi elde etmektir.

A) Yalnız I

B) I ve II

C) Yalnız II

D) I, II ve III

Açıklama: K birimi elektrik motoru prensibiyle çalışır. Elektrik enerjisinin hareket enerjisine dönüştürülmesi için manyetik kuvvetlerin etkileşimi (bobin ve sabit mıknatıs) şarttır; mıknatıslar çıkarılırsa motor çalışmaz, bu nedenle I. çıkarım doğrudur. Herhangi bir elektrik motorunda (K birimi) mekanik sürtünme ve tellerin elektriksel direnci nedeniyle enerjinin bir kısmı mecburen ısıya dönüşür, bu durum hedeflenen değil karşılaşılan bir sonuçtur (II. çıkarım doğru). L birimi ise bir ısıtıcıdır (rezistans). Isıtıcılardaki yüksek dirençli telin sarmal olmasının amacı, hareket elde etmek değil, dar alana çok daha uzun bir tel sığdırarak toplam elektrik direncini dolayısıyla da açığa çıkan ısı miktarını artırmaktır. III. çıkarım yanlıştır.

47. (5 Puan)

Atomun yapısındaki yüklü parçacıkların dağılımı, maddelerin elektriksel özelliklerini belirler. Statik elektriklenmede elektron hareketinin yönü, cisimlerin yük durumlarını ve kütlelerindeki mikroskobik değişimleri doğrudan etkiler.

Bir fen bilimleri dersinde öğrenci, yalıtkan saplı iletken K, L ve M cisimleriyle yürüttüğü bir deneyin sonuçlarını aşağıdaki gibi raporluyor:

Gözlem: Nötr K ve L cisimleri birbirine sürtüldükten sonra K cisminin kütlelerinin çok az arttığı varsayılarak negatif yüklendiği belirleniyor. (Deney %5 nem oranına sahip, 25°C oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir). Daha sonra bu K cismi, baştan pozitif (+) yüklü olan iletken M cismiyle temas ettiriliyor. Son durumda K ve M'nin tamamen nötr olduğu ölçülüyor.

Öğrencinin Çıkarımı:

1. Aşama: L'den K'ye elektron geçişi olmuştur, böylece K eksi, L artı yüklenmiştir.
2. Aşama: K ve M temas ettiğinde, M'nin çekim kuvveti etkisiyle M'deki fazla protonlar K'ye geçmiş ve her iki cisimdeki artı-eksi yük sayısı eşitlenerek cisimler nötr olmuştur.

Öğrencinin kurguladığı mekanizmayı bilimsel olarak kusursuz hale getirmek için, raporda yapılması gereken en temel düzeltme hangi seçenekte verilmiştir?

A) K cisminin kütleindeki artış elektron değil proton almasından kaynaklanmıştır; bu yüzden 1. aşamadaki çıkarım da hatalıdır ve K'den L'ye elektron geçmiştir.

B) Temasla elektriklenmede zıt yüklü iki cisim birbirini nötrleyemez; öğrencinin gözlemi yanlıştır, M'nin nötr olabilmesi için mutlaka topraklanması gerekir.

C) Nem oranı statik elektriklenmeyi engelleyeceğinden, nötrlenmenin sebebi M'nin proton kaybetmesi değil, K'nin üzerindeki eksi yüklerin doğrudan havaya aktarılmasıdır.

D) M'deki protonların hareket etmesi fiziksel olarak mümkün değildir; cisimlerin nötrlenebilmesi için K cismi üzerindeki fazla elektronların M cismine geçmesi gerekir.

Açıklama: Öğrencinin 1. aşamadaki çıkarımı doğrudur: Sürtünme ile kütle artışı (ihmal edilebilir de olsa) ancak elektron alınmasıyla mümkündür ve hareket eden parçacık elektrondur. Ancak 2. aşamada, pozitif bir cisme temas eden negatif bir cismin nötrlenme süreci 'protonların geçişi' ile açıklanamaz, çünkü katı iletkenlerde pozitif yükler (protonlar) hareket etmez. Çözüm, negatif olan K'deki fazla elektronların pozitif M'ye geçmesi ve M'nin artı yüklerini nötrlemesidir. Nem veya sıcaklık gibi ortam bilgileri, mekanizmanın özünü saptırmak için verilmiş çeldiricilerdir. Zıt ve eşit yüklü iki cisim birbirine dokunduğunda toplam net yük sıfır olduğu için birbirlerini nötrleyebilirler.

48. (5 Puan)

Etki ile elektriklenme ve topraklama olaylarında yük dengesi ile işlem sıralamasının sonuç üzerindeki etkileri.

Özdeş ve başlangıçta nötr olan K, L ve M iletken küreleri, yalıtkan ayaklar üzerinde birbirine temas edecek şekilde yan yana dizilmiştir.

Bir öğrenci, bu üç kürenin tamamını sadece tek bir cisim kullanarak pozitif (+) yüklemek amacıyla aşağıdaki işlemleri sırasıyla gerçekleştiriyor:

1. Negatif (-) yüklü bir ebonit çubuğu K küresine dokundurmadan yaklaştırır.
2. M küresini bir iletken tel yardımıyla toprağa bağlar.
3. Ebonit çubuğu sistemden uzaklaştırır.
4. Topraklama kablosunu M küresinden ayırır.
5. K, L ve M kürelerini birbirinden uzaklaştırır.

Öğrenci deneyin sonunda kürelerin hiçbirinin yüklenmediğini ve nötr kaldıklarını tespit ediyor. (Deney ortamı yalıtılmış ve küreler dış etkilere kapalıdır.)

Öğrencinin amacına ulaşamamasının temel nedeni ve kürelerin tamamını (+) yüklemek için uygulaması gereken doğru strateji aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

A) Hata, 2. adımda M küresinin topraklanmasıdır; elektronların toprağa itilebilmesi için ebonit çubuğa en yakın olan K küresinden topraklama yapılmalıydı.

B) Hata, 3. ve 4. adımların uygulama sırasıdır; ebonit çubuk uzaklaştırıldığında topraklama bağlantısı sürdüğü için sistem tekrar nötrlenmiştir. Önce topraklama kesilmeli, ardından çubuk uzaklaştırılmalıydı.

C) Hata, etki ile elektriklenmede sistemin toplam yükünün değişmeyeceğinin bilinmemesidir; çubuk sadece dokundurulduğunda üç küre de kalıcı olarak (+) yüklenebilir.

D) Hata, iletken kürelerin başlangıçta temas halinde olmasıdır; küreler etki ile elektriklenirken birbirinden bağımsız olmalı, topraklama her birine ayrı ayrı uygulanmalıydı.

Açıklama: Negatif yüklü ebonit çubuk yaklaştırıldığında sistemdeki serbest elektronlar en uzağa itilir. M küresi topraklandığında, bu elektronlar toprağa geçer ve sistem (çubuk varken) net olarak pozitif yüklenir. Ancak çubuk, topraklama kesilmeden önce uzaklaştırılırsa, elektronları iten kuvvet ortadan kalktığı için topraktan sisteme geri elektron akışı olur ve küreler tekrar nötr hale gelir. Kürelerin tamamının (+) yüklü kalabilmesi için etki kuvveti sürerken topraklamanın kesilmesi, ardından çubuğun uzaklaştırılarak net (+) yükün temas halindeki tüm kürelere dağılması gerekirdi. Topraklamanın yapıldığı noktanın (K, L veya M) iletken bir sistemde önemi yoktur, elektronlar her halükarda en uzak noktaya (toprağa) hareket eder. Temas gerektirmeden de topraklama yardımıyla kalıcı net yük elde edilebilir.

49. (5 Puan)

Elektrik yüklü iletken cisimler birbirine dokundurulduğunda net yükü paylaşırlar. Yük geçişi yalnızca elektronların (negatif yüklerin) hareketiyle sağlanır; pozitif yükler (protonlar) çekirdekte bulunduğundan hareket etmezler. Zıt yüklü cisimler birbirini çeker.

Özdeş ve iletken K, L, M kürelerinin başlangıçtaki elektriksel yük durumlarını gösteren tablo ve kütle değerleri aşağıda verilmiştir:

Cisim	Kütle (g)	Pozitif Yük Miktarı (q)	Negatif Yük Miktarı (q)
K	50	40	10
L	100	20	20
M	50	10	50

Bir araştırmacı sırasıyla şu işlemleri yapıyor:

- K küresi L küresine dokundurulup ayrılıyor.
- Ardından L küresi M küresine dokundurulup ayrılıyor.
- Son durumda K ve M küreleri yalıtkan iplerden asılarak birbirine yaklaştırılıyor.

Araştırmacı bu deneyin sonucuna dair şu hipotezi kuruyor: "Birinci işlemde K'den L'ye pozitif yük geçişi olur ve L artı yüklenir. İkinci işlemde ise M'nin sahip olduğu aşırı negatif yükler, L'nin pozitif yüklerini nötralize ederek her ikisinin de eksi yüklenmesini sağlar. Sonuç olarak 3. aşamada K ve M zıt yüklere sahip olacağı için birbirlerini çekeceklerdir."

Araştırmacının deney süreci ve hipotezi bilimsel olarak değerlendirildiğinde aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

A) Ulaşılan sonuç doğru olmasına rağmen birinci işlemdeki elektriksel yük alışverişinin mekanizması hatalı kurulmuştur; pozitif yükler hareket etmez, L'den K'ye negatif yük geçişi olmuştur.

B) Araştırmacının hipotezi tamamen doğrudur; iletken kütlelerin farklı olması yük paylaşım oranlarını etkilese de son durumdaki elektriksel çekim kuvveti doğru tahmin edilmiştir.

C) Hipotezde belirtilen yük geçiş yönleri doğru olsa da, L küresinin kütlesi daha büyük olduğu için ikinci işlemde M'nin tüm yükünü çekecek ve K ile M birbirini itecektir.

D) Son durum tespiti hatalıdır; K ve L dokundurulduğunda L pozitif yüklenirken, L ve M dokundurulduğunda M'deki fazla elektronlar L'ye geçer ve tüm küreler son durumda nötr olur.

Açıklama: Tabloya göre başlangıçta net yükler K için $+30q$, L için nötr (0), M için ise $-40q$ 'dur. Özdeş iletken kürelerde kütle bilgisi yanıltıcı (ilgisiz) bir veridir; yük paylaşımı kapasiteye (yarıçapa) bağlıdır ve özdeş oldukları için yükler eşit paylaşılır. 1. aşamada K ($+30q$) ve L (0) dokundurulunca toplam $+30q$ yük eşit paylaşılır ve K ile L $+15q$ yüke sahip olur. Bu esnada K'den L'ye artı yük geçmez; L'den K'ye $-15q$ elektron geçer (araştırmacının ilk hatası). 2. aşamada L ($+15q$) ile M ($-40q$) dokundurulunca toplam net yük ($-25q$) eşit paylaşılır; L ve M $-12,5q$ yüke sahip olur. Son durumda K ($+15q$) ve M ($-12,5q$) zıt yüklü oldukları için birbirlerini çekerler (araştırmacının doğru tespiti). Dolayısıyla sonuç doğru tahmine dayansa da, yük geçiş mekanizması açıklaması hatalıdır.

50. (5 Puan)

Bir araştırmacı, nötr haldeki cam çubuk, ipek kumaş, ebonit çubuk ve yün kumaştan birer adet kullanarak iki farklı sürtünme çifti (K-L çifti ve M-N çifti) oluşturuyor. Hangi cismin hangi madde olduğunu gizleyerek aşağıdaki deney adımlarını kaydediyor:

1. K cismi ile L cismi birbirine sürtülüyor.
Sürtünme sonrası, K cisminin atomlarındaki çekirdek yükü sabit kalırken, yörüngesindeki parçacık sayısının azaldığı (çok küçük bir kütle kaybı yaşadığı) hassas ölçümlerle belirleniyor.
2. M cismi ile N cismi %45 bağıl neme sahip yalıtılmış bir ortamda birbirine sürtülüyor.
3. Elektriklenme işlemleri bittikten sonra, yalıtkan iplerle asılan L ve N cisimleri birbirine yaklaştırıldığında aralarında bir çekim kuvveti oluştuğu gözlemleniyor.

Öğrencinin bu deneye dair yaptığı analizlerden hangisi kesinlikle hatalı bir tümevarım içermektedir?

A) L ve N cisimlerinin birbirini çekebilmesi için, M cisminin kendi çiftindeki sürtünme sırasında elektron alarak negatif yük yoğunluğuna ulaşmış olması gerekir.

B) Sürtünme işlemleri tamamlandıktan sonra K ve M cisimleri birbirine yaklaştırılırsa, her ikisi de işlem sırasında elektron kaybederek yüklendiği için birbirini iter.

C) Eğer M cismi deneyde ipek kumaş olarak kullanılmışsa, K cisminin sürtünme sonrasında pozitif yükle yüklenen yün kumaş olması zorunludur.

D) L cisminin eylemsizliğinde (kütlesinde) ölçülmesi zor da olsa bir artış yaşanması, K cisminden L'ye gerçekleşen negatif yüklü parçacık transferinin sonucudur.

Açıklama: Sürtünme ile elektriklenmede protonlar (çekirdek yükü) hareket etmez, kütlesi olan elektronlar transfer edilir. K cismi elektron kaybettiğine göre pozitif (+) yüklenmiştir. Toplam yük korunduğu için L cismi elektron almış ve negatif (-) yüklenmiştir. L (-) ve N cisimleri birbirini çektiğine göre zıt yüklü olmalıdır; dolayısıyla N cismi pozitif (+), N'nin sürtüldüğü M cismi ise negatif (-) yüklüdür. B seçeneğinde K ve M'nin her ikisinin de elektron kaybettiği ve birbirini iteceği iddia edilmiştir. Oysa K (+) yüklü (elektron kaybetmiş) iken, M (-) yüklüdür (elektron almıştır) ve bu iki cisim birbirini çeker. Bu nedenle B seçeneğindeki analiz hatalıdır.