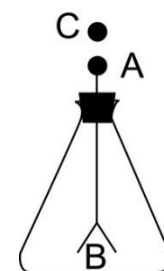


一、題組：

附圖為一驗電器，A 為金屬球、B 為錫箔片，試回答下列問題：



- 今將一電性為正的點電荷 C 置於金屬球的外部時，則 A 與 B 處的電性分別為
(A) -、+ (B) +、+ (C) +、- (D) -、- (E) -、不帶電
- 承上題，若點電荷逐漸向 A 靠近但未接觸時，B 處的錫箔片張角如何變化？
(A)逐漸變大 (B)逐漸變小 (C)先增大後減小 (D)先減小後增大 (E)不變
- 承上題，在 C 點處的點電荷不移動的條件下，以導線將驗電器的金屬球 A 接地時，則下列何者正確？
(A) A 的電性與 C 相同 (B) A 的電性與 C 相反 (C) A 不帶電 (D) 驗電器為電中性 (E) 驗電器所帶電性與 C 相同

拉塞福以氦原子核撞擊金箔發現了原子核的存在，同時也估計出原子核半徑的上限。金原子核與氦原子核之間的作用力為靜電力，遵守庫倫定律： $F = \frac{kQq}{R^2}$ （質子的電量為 1.6×10^{-19} 庫倫，質子的質量為 1.6×10^{-27} 公斤），試回答下列問題：

- k 為庫倫常數，以 SI 單位表示，其大小為 9×10^9 ，請問庫倫常數的單位為何？
(A) $\frac{\text{m}^2 \text{kg}}{\text{A}^2 \text{s}^4}$ (B) $\frac{\text{m}^3 \text{kg}^2}{\text{A}^2 \text{s}^4}$ (C) $\frac{\text{m}^3 \text{kg}}{\text{A}^2 \text{s}}$ (D) $\frac{\text{m}^3 \text{kg}}{\text{A}^2 \text{s}^4}$
- 原子核的直徑約為多少？ (A) 10^{-10} m (B) 10^{-9} m (C) 10^{-18} m (D) 10^{-20} m (E) 10^{-15} m
- 本題數據估計原子核中兩個質子之間的萬有引力與庫倫斥力的比值約為多少？
（選最接近的值）（重力常數 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ） (A) 10^{-42} (B) 10^{-30} (C) 10^{-36} (D) 10^{-33} (E) 10^{-30}

金星是太陽系中最接近太陽的第二顆行星，也是最接近地球的行星，除了太陽、月亮與人造衛星外，金星是地球的天空上最明亮的天體。已知地球公轉的軌道半徑約為 1.5×10^{11} 公尺，當金星最靠近地球時，從地球上發射一無線電波，然後量出該無線電波自發射以後到回收所需的時間，就可以計算出金星與地球之間的距離。地球與金星繞太陽的公轉軌道皆可視為圓形，軌道面亦可視為在同一平面上，且光速為 3×10^8 公尺/秒。依據上述資料，回答下列問題：

- 如附圖為當金星最靠近地球時，從地球上發射無線電波的接收紀錄，根據此紀錄計算出金星公轉的軌道半徑約為多公尺？

(A) 0.2×10^{11} (B) 0.4×10^{11} (C) 0.6×10^{11} (D) 0.8×10^{11} (E) 1.1×10^{11}

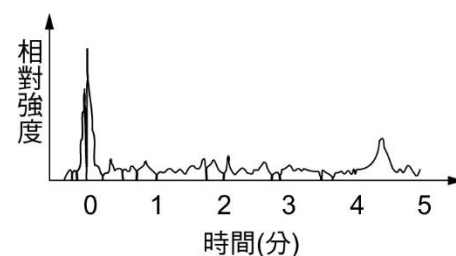
- 根據此紀錄進一步算出金星公轉的週期約為多少年？

(A) 0.3 (B) 0.6 (C) 0.9 (D) 1.5 (E) 1.8

- 金星相對於地球的質量、體積、直徑的數據如附表，試求金星受到太陽的引力量值約為地球受到太陽引力量值的多少倍？

(A) 0.5 (B) 1.5 (C) 3 (D) 4.5 (E) 9

行星名稱	地球	金星
行星性質		
質量（相對於地球）	1	0.815
體積（相對於地球）	1	0.866
直徑（相對於地球）	1	0.950



2019 年 12 月中國 武漢市爆發肺炎疫情，並擴散至世界各國，世界衛生組織（WHO）將其命名為 COVID-19（2019 年冠狀病毒疾病），並確認新型冠狀病毒主要是依附在 $3 \sim 5 \mu\text{m}$ 的飛沫進行傳播，其次亦可經由接觸傳播。隨著疫情的升溫及蔓延，空氣清淨機的買氣亦居高不下，某品牌的空氣清淨機除了利用高效率空氣微粒子過濾網（HEPA）來過濾空氣中 $0.3 \mu\text{m}$ 的微粒，並透過波長 254 nm 的紫外線燈管來提升空氣清淨機防護能力，回答下列問題：

- 上述短文中所提到空氣中 $0.3 \mu\text{m}$ 的微粒，關於科學記號下列何者正確？

(A) $0.3 \mu\text{m} = 3000 \text{ nm}$
 (B) $0.3 \mu\text{m} = 3 \times 10^{-5} \text{ m}$
 (C) $0.3 \mu\text{m} = 300 \text{ \AA}$
 (D) $0.3 \mu\text{m} = 3 \times 10^{-4} \text{ mm}$
 (E) $0.3 \mu\text{m} = 3 \times 10^4 \text{ pm}$

- 上述短文中所提到波長 254 nm 的紫外線頻率為多少赫茲？

(A) 1.2×10^{13} (B) 8.4×10^{14} (C) 1.2×10^{15} (D) 8.4×10^{16} (E) 1.2×10^{17}

1917 年，拉塞福（Ernest Rutherford）發現使用 α 粒子撞擊氦原子核，可以提取氦原子核，因此拉塞福推論氦原子核是氦原子核與所有更重原子核的基礎材料，也因為這項重要的實驗結果，拉塞福被公認為質子的發現者。在粒子物理學中，質子是由更小、更基本的三個夸克所組成，其半徑不太容易被測量，過去幾十年來利用氦原子光譜能階所推算的質子半徑約為 0.877 飛米，然而在 2010 年，波爾（Randolf Pohl）的研究團隊在奇異氦原子量測中卻得到了更小的質子半徑，約為 0.84 飛米，實驗結果的分歧至今仍無法解釋，物理學家正積極尋找質子半徑之謎的解答，回答下列問題：

12. 根據上述短文的敘述，下列選項中何者為基本粒子？ (A) α 粒子 (B)氦原子核 (C)氦原子核 (D)質子 (E)夸克
13. 根據上述短文的敘述，可推論原子核半徑約為多少公尺？ (A) 10^{-10} (B) 10^{-12} (C) 10^{-15} (D) 10^{-18} (E) 10^{-20}
14. 波爾所發表的質子大小與過去利用氦原子光譜能階所推算的結果約相差多少？
(A)小了 3.7% (B)小了 4.2% (C)小了 4.4% (D)小了 5.6% (E)小了 5.8%

美國國家航空暨太空總署發射的「好奇號」火星探測車，於 2012 年 8 月成功降落在火星的隕石坑。火星一直是人類太空探測的重點目標，期望「好奇號」的火星之旅能憑藉先進科學儀器的探索，獲得解答生命疑問的線索。

15. 下列關於探測火星的敘述，何者正確？
(A)火星與月球一樣是地球的衛星，是目前看來最適合人類移居的星體
(B)火星是太陽系中最鄰近地球且較地球靠近太陽的行星，因此較可能存在生命
(C)火星與地球一樣具有相同的繞日週期，因此有相似的季節變化
(D)火星與地球一樣具有衛星，因此有相似的晝夜變化
(E)火星繞日軌跡為橢圓，公轉一圈的時間大於地球上的一年
16. 已知地球的平均半徑約為火星的 1.9 倍，地球的質量約為火星的 9.3 倍。若忽略空氣阻力，而將同一小球以相同的初速度分別於火星表面與地球表面鉛直上拋，則小球在空中運動的時間，在火星上約為地球上的多少倍？
(A) 0.20 (B) 0.38 (C) 1.0 (D) 2.6 (E) 4.9

關於原子結構的發展流傳著一段名師出高徒的佳話。首先是「師父」以陰極射線實驗得到不同金屬之電極會發射出帶電的粒子，經測出其電荷對質量的比值，證實其為相同的粒子。「徒弟」接著以某一種放射源對金箔的散射實驗發現原子大部分質量集中在很小的區域，稱為原子核。最後「徒孫」發現放射源撞擊原子核會放射一種中性粒子，證實原子核除了帶電的粒子外，還有不帶電的粒子。根據上文，試回答下列問題：

17. 文中的「師父」、「徒弟」及「徒孫」分別指的是哪位科學家？

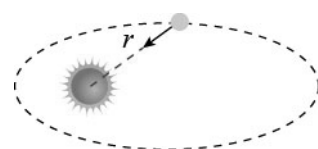
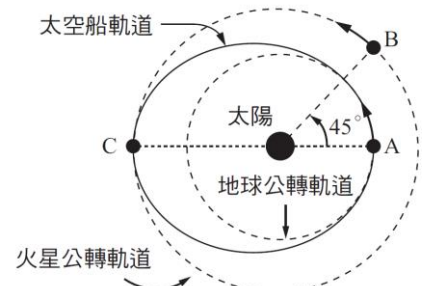
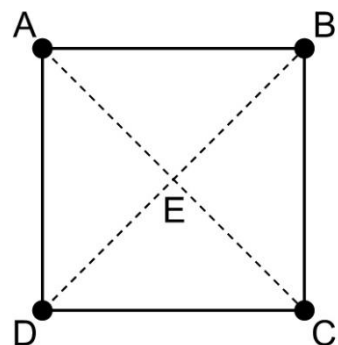
選項	師父	徒弟	徒孫
(A)	蘇格拉底	柏拉圖	亞里斯多德
(B)	第 谷	克卜勒	牛 頓
(C)	厄司特	法拉第	馬克士威
(D)	湯姆森	拉塞福	查兒克
(E)	德莫克列特	蓋爾曼	愛因斯坦

18. 若「師父」測出其帶電粒子的電荷對質量的比值稱為荷質比，則下列何種粒子之荷質比最大？
(A)電子 (B)質子 (C)中子 (D) α 粒子 (E) γ 粒子
19. 「徒弟」與「徒孫」所使用的放射源應為何？
(A)電子 (B)質子 (C) α 粒子 (D)正子 (E) β 粒子
20. 根據上述文章，下列關於電子、中子和原子核三者被發現的先後順序，何者正確？
(A)電子、中子、原子核
(B)中子、電子、原子核
(C)電子、原子核、中子
(D)原子核、電子、中子
(E)原子核、中子、電子
21. 「徒孫」所發現原子核具有的中性粒子，其有關的性質何者正確？
(A)其粒子符號為 n
(B)原子核的中性粒子間可以有庫倫力的交互作用
(C)原子的質量主要由中子粒子所決定，因此該粒子的數目又稱為質量數
(D)經過電磁場會受電磁力作用，而使行進軌跡偏折
(E)該中性粒子不可分割

二、單選題：

22. 若長度單位以 L 表示，質量單位以 M 表示，時間單位以 T 表示。今表達一水管其水流量在單位時間內自水管流出的質量，其單位為何？
(A) $\frac{ML^2}{T}$ (B) $\frac{L^3}{T}$ (C) $\frac{M}{TL^3}$ (D) $\frac{ML^3}{T}$ (E) $\frac{M}{T}$

23. 1900 年開始，科學家不斷地追求極小的事物及極短暫的變化，例如：分子、原子、電子等的運動是科學家們熱衷的研究項目，因此需採用一種更小的時間單位。「 $\oplus$ 」是一個極小的時間單位，在 $1\oplus$ 中，光可走 0.3 微米。已知光速為 3×10^8 m/s，試問「 $1\oplus$ 」相當於幾秒？
(A) 10^{-18} (B) 10^{-15} (C) 10^{-12} (D) 10^{-9} (E) 10^{-6}
24. 已知力矩 $\tau = d \cdot F$ ，其中 d 為力臂、 F 為受力，若以 SI 制表示力矩的單位，應該為下列何者？
(A) $\text{kg} \cdot \text{m}$ (B) $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ (C) $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$ (D) $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ (E) $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
25. 某單擺週期原為 T ，若將擺錘質量加大原來 2 倍，單擺長度變為原來 9 倍，則週期變為何？
(A) T (B) $2T$ (C) $3T$ (D) $\frac{T}{3}$ (E) $\frac{T}{2}$
26. 若植物 40 天內的生長情況，以僅 10 分鐘的影片放映，設影片放映速率為每秒 24 張，則連續拍攝兩張圖片的時間間隔為何？
(A) 2 分 (B) 4 分 (C) 5 分 (D) 8 分 (E) 15 分
27. 四個帶等量電荷的質點 A、B、C、D 擺在正方形的四個角上，如右圖所示，假定 A、B、C、D 四電荷的電性分別為 +、+、+、-，若將一個電性為 + 的電荷擺在正方形的中心點 E 處，則其受力的方向應為下列何者？
(A) ↘ (B) ↗ (C) ↙ (D) ↖ (E) ↑
28. 地球本身可視為大磁鐵，那麼空中便有許多磁力線通過，赤道上空的磁場方向為何？
(A) 向東 (B) 向西 (C) 向南 (D) 向北 (E) 向上
29. 在磁北和正北相同之處，有一方向向東之水平均勻磁場 B 恰地磁之水平分量 B_e 垂直，如有一可在水平面上自由轉動之磁針置此磁場 B 中，若其 N 極指向北偏東 30° ，則 $B/B_e = ?$
(A) $\sqrt{3}$ (B) $1/2$ (C) $\sqrt{3}/3$ (D) $\sqrt{3}/2$ (E) 2
30. 甲、乙、丙、丁四位學生上過物理課之後，分別對於摩擦後的氣球可以吸引紙片的現象提出各自的論點。
甲生：手持抹布摩擦氣球後，氣球可能從抹布上獲得電子而具有電性。
乙生：摩擦前的氣球不會吸引紙片，是因為組成氣球的原子或分子沒有電荷。
丙生：摩擦後的氣球一定要接觸到紙片，氣球才會吸引紙片。
丁生：帶電的氣球可使小紙片靠近氣球端感應出正電、遠離氣球端感應出負電，紙片正電端與氣球負電的吸引力較負電端與氣球負電的排斥力大，故氣球能吸引紙片。
請問哪些學生的論點較為正確？
(A) 甲乙 (B) 乙丙 (C) 丙丁 (D) 甲丁 (E) 乙丁
31. 2020 年 7 月有 3 艘太空船從地球出發前往火星，此時地球在 A 處、火星在 B 處。太空船由火箭推動進入橢圓軌道後在重力下航行，如附圖所示，直到要與火星會合時，再進入繞行火星的軌道，最後於 C 處會合。已知火星公轉週期為地球公轉週期的 1.9 倍，則太空船由地球出發到與火星會合，所需時間最接近下列何者？
(A) 600 天 (B) 360 天 (C) 300 天 (D) 260 天 (E) 180 天
32. 舉重國手許淑淨於 2016 年里約奧運參加女子 53 公斤級，挺舉 112 公斤成功，最後以抓舉、挺舉總和 212 公斤拿下金牌。若她的舉重能力不變，則在月球上一次可以舉起標重多少公斤的啞鈴？（若地球表面之重力場強度為月球表面之 6 倍）
(A) 112 (B) 18.7 (C) 324 (D) 1272 (E) 672
33. 摩擦力、浮力，是屬於哪一種基本作用力？
(A) 重力 (B) 電磁力 (C) 強力 (D) 弱力
34. 在地球上某處能使一在垂直面上自由轉動的磁針靜止時，其 N 極正好垂直向下，則此處為：
(A) 地理北極 (B) 地理南極 (C) 赤道 (D) 地磁南極 (E) 地磁北極
35. 對一條形磁鐵而言，磁力線之方向為何？
(A) 自 N 極出發，經外部至 S 極，再經內部至 N 極 (B) 自 N 極出發，經內部至 S 極，再經外部至 N 極 (C) 自 S 極出發，經外部至 N 極，再經內部至 S 極 (D) 自 N 極出發，經外部至 S 極 (E) 自 N 極出發，經內部至 S 極
36. 一人造衛星之軌道半徑為地球半徑之 4 倍，若將地面上週期為 T 之單擺，懸掛在此衛星上，其週期變為
(A) T (B) $2T$ (C) $4T$ (D) 不動 (E) 以上皆非
37. 設一星球為密度均勻之球體，如一質點在此星球表面的重量為 W ，則此質點在此星球球心處的重量為
(A) 0 (B) $\frac{1}{2}W$ (C) W (D) $2W$ (E) $4W$
38. 如附圖所示，地球以橢圓軌道繞日運動，當地球與太陽之距離為 r 時，地球的加速度為 a ，則太陽質量為多少？
(A) $\frac{ar^2}{G}$ (B) $\frac{ar}{G}$ (C) $\frac{aG}{r^2}$ (D) $\frac{Gr}{a}$ (E) $\frac{Gr}{a^2}$



39. 下列有關「磁力線」的敘述，何者錯誤？
(A)磁力線由 N 極出發終止於 S 極 (B)磁力線的切線方向即為磁場方向
(C)磁力線愈密集的地方磁場愈強 (D)磁力線不相交 (E)磁鐵內部有磁場
40. 曉智用筷子從碗裡夾起一個滷蛋，就基本作用力來分類，可歸類於哪一類？
(A)重力 (B)手所施的外力 (C)正向力 (D)摩擦力 (E)電磁力

三、多選題：

有關物質三態的特性，試回答下列各問題：

41. 下列各項何者可以描述「固體」的特徵或性質？（應選 3 項）
(A)堅硬、固定、不變的外形 (B)恆定的體積 (C)容易被壓縮 (D)粒子在固定位置上振動 (E)以上性質均足以描述固體
42. 下列各項何者可以描述「液體」的特徵或性質？（應選 3 項）
(A)與容器外形的底部具類似的形狀 (B)恆定的體積 (C)粒子在固定位置上振動 (D)具有流動性
(E)以上性質均足以描述液體

空間的基本概念是距離（或長度），而空間觀念的數量化可用「長度的測量」來達成。最初各國對長度的測量所採用標準不同，最後選定「米」（meter，即公尺）做為國際公認長度單位。「米」的由來，源於 1791 年 3 月 30 日巴黎國民大會議決採用「由北極經巴黎到赤道之子午線弧長的一千萬分之一的長度，定為 1 公尺。」依此規定便以鉑製成一米尺作為標準米棒，後來此棒經精密測定不甚準確微小於 1 公尺，約有 0.023% 的誤差。1875 年國際度量衡大會再次修訂以鉑（90%）、銥（10%）合金製成同長度標準 1 公尺米棒，這一標準米棒仍存有下列諸項缺點：

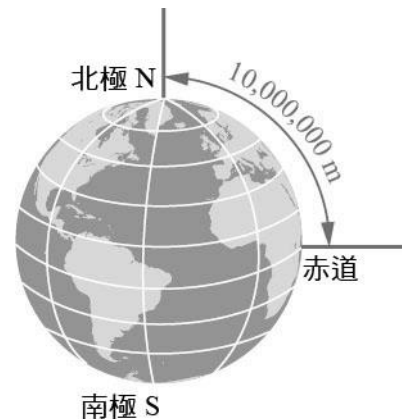
- (1)長度隨溫度改變而改變，校正麻煩。
- (2)雖然鉑銥合金硬度與抗氧能力高，但假以時日，標準米棒長度仍會有所變化。
- (3)天災人禍可能使標準米棒變形或散失。
- (4)送到各國的標準米棒複製品在複製過程中有誤差存在，精確度已不能符合近代科技的要求。

隨著科技的發展，人們希望把長度基本單位建立在更科學、更可靠的基準上，而不再是用某一實體的尺寸做為標準。依此，在 1961 年國際度量衡會議上同意以氪（ $^{86}_{36}\text{Kr}$ ）元素在 2P_{10} 、 5D_5 兩能階間遷移時所輻射出橘紅色光在真空中波長的 1650763.73 倍為 1 公尺。這種規定的好處是：

- (1)此種原子標準，可不必再擔心標準米棒是否會因任何因素而變形、散失。
- (2)此種原子標準，精確且歷久不變，只要有氪燈設備，任何國家均可依此標準作公尺的校驗而不需到巴黎去。

今日最新的公尺標準是於 1983 年 9 月，第 17 屆國際度量衡大會重新決議，以光在真空中於 $\frac{1}{299792458}$ 秒時間內所行經之距離為 1 公尺。依此定義，在真空中光於 1 秒內可行進 299792458 公尺。閱讀上文，試回答下列問題：

43. 下列有關「1 公尺」由來的沿革敘述，哪些錯誤？（應選 3 項）
(A)公認製作而得的米棒，應符合「不變性」與「易得性」
(B)選作米棒的金屬材料，應採用活性極低的鉑、銥，如此便完美無缺
(C)米棒複製品，分送各國使用時可置於一般常溫下環境中，以方便使用
(D)光在真空中歷經 $\frac{1}{299792458}$ 秒所行之距離為 1 公尺，是今日最新的 1 公尺定義
(E)國際度量衡會議曾一度採用常溫下之鉑原子 $^{133}_{55}\text{Cs}$ 的自然擺動長度定義為 1 公尺
44. 有關「長度的測量」，下列各項敘述哪些錯誤？（應選 2 項）
(A)利用某種放大工具的幫助，如果可將一米細分至含有微米刻度的程度，用這樣的米尺來測量細菌最恰當
(B)有兩支直尺，最小刻度單位依次為公分、公厘，若同時用這兩支直尺來度量一張桌子的長度，以公厘刻度者較準確
(C)量度一張課本紙張的厚度，最好是先測出課本的總厚度，以取得較大的測量值，
然後查得課本總頁碼，再將總厚度除以總頁碼，即得到一張紙的厚度
(D)某人在 A 位置測得一山頂的仰角為 30° ，前進 20 米抵達 B 位置後又測得山頂的仰角為 60° ，
據此資料可以推測山高為 40 米
(E)承(D)，這種測量距離的方法是利用光的直進原理



1./ A	2./ A	3./ B	4./ D	5./ E	6./ C	7./ E	8./ B	9./ B	10./ D
11./ C	12./ E	13./ C	14./ B	15./ E	16./ D	17./ D	18./ A	19./ C	20./ C
21./ A	22./ E	23./ B	24./ B	25./ C	26./ B	27./ C	28./ D	29./ C	30./ D
31./ D	32./ E	33./ B	34./ E	35./ A	36./ D	37./ A	38./ A	39./ A	40./ E
41./ ABD	42./ ABD	43./ BCE	44./ CD						