中六物理練習卷：靜電場、電容器、電磁感應、交流電與變壓器、光電效應與核衰變

中六　物理　｜　時限：60 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

甲部：庫侖定律與電場（18 分）

資料一：空氣中有兩個點電荷，Q1 = +6.0 μC，Q2 = −4.0 μC，相距 0.30 m。庫侖常數 k = 9.0 × 10⁹　N m² C⁻²，電子電荷量 = 1.6 × 10⁻¹⁹　C。

1. (a) 求兩電荷之間靜電力的大小。

答案：答案：F = kQ1Q2 ÷ r² = (9.0 × 10⁹　× 6.0 × 10⁻⁶　× 4.0 × 10⁻⁶　) ÷ 0.30² = 2.16 × 10⁻¹ ÷ 0.090 = 2.4 N。（評分要點：代入公式 2 分、r² 計算 2 分、答案與單位 1 分）

2. (b) 說明該靜電力的方向。

答案：答案：兩電荷為異種電荷，力為互相吸引，方向沿兩電荷連線、彼此相向（Q1 受力指向 Q2，Q2 受力指向 Q1）。（評分要點：吸引 2 分、方向沿連線相向 1 分）

3. (c) 求 Q1 在距其 0.15 m 處產生的電場強度。

答案：答案：E = kQ1 ÷ r² = (9.0 × 10⁹　× 6.0 × 10⁻⁶　) ÷ 0.15² = 5.4 × 10⁴　÷ 0.0225 = 2.4 × 10⁶　N C⁻²，方向沿半徑向外。（評分要點：公式 2 分、數值 2 分、方向 1 分）

4. (d) 一個電子置於 (c) 所述位置，求它所受的電力大小及方向。

答案：答案：F = eE = 1.6 × 10⁻¹⁹　× 2.4 × 10⁶　= 3.84 × 10⁻¹³ N；電子帶負電，受力方向與電場相反，即指向 Q1。（評分要點：F = eE 2 分、數值 1 分、方向與電場相反 2 分）

乙部：電容器與介電質（18 分）

資料二：一個 20 μF 的平行板電容器接在 60 V 的直流電源上，充電完成後斷開電源，然後在兩板之間插入相對介電常數為 3.0 的介質。

5. (a) 求電容器所儲的電荷。

答案：答案：Q = CV = 20 × 10⁻⁶　× 60 = 1.2 × 10⁻³ C（1.2 mC）。（評分要點：公式 2 分、數值與單位 2 分）

6. (b) 求斷開電源前電容器所儲的能量。

答案：答案：E = ½CV² = 0.5 × 20 × 10⁻⁶　× 60² = 0.036 J。（評分要點：公式 2 分、數值與單位 2 分）

7. (c) 插入介質後，求兩板間的電勢差和新的電容值。

答案：答案：斷開電源後電荷不變，C′　= 3.0 × 20 = 60 μF；V′　= Q ÷ C′　= 1.2 × 10⁻³ ÷ 60 × 10⁻⁶　= 20 V。（評分要點：電荷不變 2 分、C′　1 分、V′　2 分）

8. (d) 求插入介質後電容器所儲的能量，並解釋能量的變化。

答案：答案：E′　= ½Q² ÷ C′　= 0.5 × (1.2 × 10⁻³)² ÷ (60 × 10⁻⁶　) = 0.012 J；能量由 0.036 J 減至 0.012 J，減少 0.024 J，差額以介質被吸入兩板之間所作的功（機械功）形式釋出。（評分要點：E′　2 分、差值 1 分、解釋 2 分）

丙部：電磁感應（17 分）

資料三：一個 200 匝、截面積 0.015 m² 的線圈，其平面與均勻磁場垂直。磁通密度在 0.040 s 內由 0.60 T 均勻減至 0.20 T。線圈的電阻為 6.0 Ω。

9. (a) 求線圈中感應電動勢的大小。

答案：答案：$\Delta\Phi = A\Delta B = 0.015 \times (0.60 - 0.20) = 6.0 \times 10^{-3}$ Wb；$\varepsilon = N\,\Delta\Phi \div \Delta t = 200 \times 6.0 \times 10^{-3} \div 0.040 = 30$ V。（評分要點：$\Delta\Phi$ 2 分、公式 2 分、數值與單位 1 分）

10. (b) 求線圈中的感應電流。

答案：答案：$I = \varepsilon \div R = 30 \div 6.0 = 5.0$ A。（評分要點：公式 2 分、數值與單位 2 分）

11. (c) 用楞次定律說明感應電流的方向如何決定。

答案：答案：感應電流所產生的磁場阻礙原有磁通量的減少，即感應磁場方向與原磁場相同，以補償減少的磁通；故電流方向使線圈內磁場與原磁場同向（由楞次定律決定，與磁通變化方向相反）。（評分要點：阻礙變化 2 分、磁場同向 1 分）

12. (d) 求這段時間內線圈消耗的電功率，並說明能量從何而來。

答案：答案：$P = I^2R = 5.0^2 \times 6.0 = 150$ W（亦可用 $P = \varepsilon I = 30 \times 5.0$）；能量來自改變磁場所做的功（外力移動磁鐵或線圈的機械功）。（評分要點：P 3 分、能量來源 2 分）

丁部：交流電與變壓器（16 分）

資料四：一個理想變壓器的初級線圈有 1,100 匝，接在 220 V（有效值）、50 Hz 的市電上；次級線圈有 55 匝，並接上一個 5.5 Ω 的電阻。

13. (a) 求次級線圈兩端的電壓（有效值）。

答案：答案：$V_s \div V_p = N_s \div N_p$，故 $V_s = 220 \times 55 \div 1100 = 11$ V。（評分要點：匝數比 2 分、數值與單位 2 分）

14. (b) 求次級電壓的峰值。

答案：答案：峰值 = 有效值 $\times \sqrt{2} = 11 \times 1.414 = 15.6$ V。（評分要點：$\times\sqrt{2}$ 2 分、數值與單位 2 分）

15. (c) 求次級電路中的電流及電阻消耗的功率。

答案：答案：$I = V_s \div R = 11 \div 5.5 = 2.0$ A；$P = V_s I = 11 \times 2.0 = 22$ W。（評分要點：電流 2 分、功率 2 分）

16. (d) 假設變壓器效率為 100%，求初級線圈中的電流。

答案：答案：輸入功率 = 輸出功率 = 22 W；$I_p = P \div V_p = 22 \div 220 = 0.10$ A。（評分要點：功率守恆 2 分、數值與單位 2 分）

戊部：光電效應（16 分）

資料五：某金屬的功函數為 2.4 eV。以波長 400 nm 的光照射該金屬表面。普朗克常數 = 6.63 × 10⁻³⁴ J s，光速 = 3.0 × 10⁸ m s⁻¹，1 eV = 1.6 × 10⁻¹⁹ J。

17. (a) 求入射光子的能量（以 eV 表示）。

答案：答案：E = hc ÷ λ = (6.63 × 10⁻³⁴ × 3.0 × 10⁸) ÷ 400 × 10⁻⁹ = 4.97 × 10⁻¹⁹ J；以 eV 計 = 4.97 × 10⁻¹⁹ ÷ 1.6 × 10⁻¹⁹ = 3.11 eV。（評分要點：hc/λ 2 分、焦耳值 1 分、eV 值 2 分）

18. (b) 求光電子離開金屬表面時的最大動能，分別以 eV 及 J 表示。

答案：答案：Kmax = E − W = 3.11 − 2.4 = 0.71 eV；換算 = 0.71 × 1.6 × 10⁻¹⁹ = 1.13 × 10⁻¹⁹ J。（評分要點：愛因斯坦方程 2 分、eV 值 1 分、焦耳值 2 分）

19. (c) 求遏止電壓。

答案：答案：遏止電壓 = Kmax ÷ e = 0.71 eV ÷ e = 0.71 V。（評分要點：公式 2 分、數值與單位 1 分）

20. (d) 若改用波長 550 nm 的光照射，能否產生光電子？試以計算說明。

答案：答案：光子能量 = hc ÷ λ = 1.989 × 10⁻²⁵ ÷ 550 × 10⁻⁹ = 3.62 × 10⁻¹⁹ J = 2.26 eV；2.26 eV 小於功函數 2.4 eV，故不能產生光電子（波長超過臨界波長）。（評分要點：計算 2 分、比較與結論 1 分）

己部：放射衰變與半衰期（15 分）

資料六：某放射性核素的半衰期為 8.0 日。一個樣本起初含有 6.4 × 10²⁰ 個該核素的原子。

21. (a) 求 16 日後尚未衰變的原子所佔的百分數。

答案：答案：16 日 = 2 個半衰期，剩餘比例 = (1/2)² = 1/4，即 25%。（評分要點：半衰期數目 2 分、百分數 2 分）

22. (b) 求該核素的衰變常量（以 day⁻¹ 表示）。

答案：答案：λ = ln2 ÷ T½ = 0.693 ÷ 8.0 = 0.0866 day⁻¹（約 8.7 × 10⁻² day⁻¹）。（評分要點：公式 2 分、數值與單位 2 分）

23. (c) 求 24 日後樣本中尚未衰變的原子數目。

答案：答案：24 日 = 3 個半衰期，N = 6.4 × 10²⁰ ÷ 2³ = 6.4 × 10²⁰ ÷ 8 = 8.0 × 10¹⁹ 個。（評分要點：半衰期數目 2 分、數值 2 分）

24. (d) 求 24 日內已衰變的原子數目。

答案：答案：已衰變數目 = 6.4 × 10²⁰ − 8.0 × 10¹⁹ = 5.6 × 10²⁰ 個。（評分要點：相減 2 分、數值 1 分）

TutorZone 中六物理練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。