中五物理練習卷：電容器、電場與電勢

中五　物理　｜　時限：60 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 22 題

甲部　庫侖定律、電場與電勢

取庫侖常數 $k = 8.99 \times 10^{9}\ \text{N m}^2\ \text{C}^{-2}$；計算須列出公式、代入與單位。

1. 兩個點電荷 +2.0 μC 與 +5.0 μC 相距 0.30 m。求兩者之間靜電力的大小及方向。

答案：$F = kQ_1Q_2 \div r^2 = 8.99 \times 10^{9} \times 2.0 \times 10^{-6} \times 5.0 \times 10^{-6} \div 0.30^2 = 1.00\ \text{N}$；兩電荷同號，力沿連線向外（互相排斥）。（3 分：公式 1 分；代入 1 分；數值連方向 1 分）

2. 一個 +4.0 μC 的點電荷，求距離它 0.15 m 處的電場強度。

答案：$E = kQ \div r^2 = 8.99 \times 10^{9} \times 4.0 \times 10^{-6} \div 0.15^2 = 1.60 \times 10^{6}$ N/C，方向由電荷指向外。（3 分：公式 1 分；代入 1 分；數值連方向 1 分）

3. 求同一位置（距 +4.0 μC 0.15 m）的電勢。

答案：$V = kQ \div r = 8.99 \times 10^{9} \times 4.0 \times 10^{-6} \div 0.15 = 2.40 \times 10^{5}$ V（正電荷周圍電勢為正）。（3 分：公式 1 分；代入 1 分；答案連單位 1 分）

4. 若把 +3.0 μC 的電荷由距該 +4.0 μC 電荷 0.15 m 處移到 0.30 m 處，求電場力所作的功。

答案：$V(0.15\ \text{m}) = 2.40 \times 10^{5}$ V；$V(0.30\ \text{m}) = 1.20 \times 10^{5}$ V；$W = q\Delta V = 3.0 \times 10^{-6} \times (2.40 - 1.20) \times 10^{5} = 0.360\ \text{J}$（電場力作正功）。（4 分：兩處電勢 2 分；ΔV 1 分；答案連符號 1 分）

乙部　平行板電容器

取真空介電常數 $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ \text{F m}^{-1}$。

5. 一平行板電容器極板面積 0.020 m²，板間距 2.0 mm，板間為空氣。求其電容。

答案：$C = \varepsilon_0 A \div d = 8.85 \times 10^{-12} \times 0.020 \div 2.0 \times 10^{-3} = 88.5\ \text{pF}$。（4 分：公式 1 分；面積代入 1 分；距離換 mm 為 m 1 分；答案 1 分）

6. 把此電容器接上 12 V 電源，求每塊極板上的電荷量。

答案：$Q = CV = 88.5 \times 10^{-12} \times 12 = 1.06\ \text{nC}$（兩板電荷等量異號）。（3 分：公式 1 分；代入 1 分；答案 1 分）

7. 求板間的電場強度（視為均勻電場）。

答案：$E = V \div d = 12 \div 2.0 \times 10^{-3} = 6000$ V/m（由正極板指向負極板）。（3 分：公式 1 分；代入 1 分；方向 1 分）

8. 求此電容器儲存的電能。

答案：$U = \tfrac{1}{2}CV^2 = 0.5 \times 88.5 \times 10^{-12} \times 144 = 6.37 \times 10^{-9}$ J（亦可寫 $\tfrac{1}{2}QV$）。（4 分：公式 1 分；代入 1 分；平方 1 分；答案連單位 1 分）

丙部　串聯與並聯組合

三個電容器：C_1 = 6.0 μF、C_2 = 12 μF、C_3 = 4.0 μF。

9. 若三個電容器全部並聯，求等效電容。
答案：並聯時電容相加：6.0 + 12 + 4.0 = 22 μF。（6 分：並聯規則 2 分；三次相加 3 分；答案連單位 1 分）

10. 若 C_1 與 C_2 串聯，求等效電容。
答案：1/C = 1/6.0 + 1/12 = 0.250，C = 4.0 μF（串聯等效電容小於任何一個）。（6 分：倒數規則 2 分；代入 2 分；答案 1 分；合理性 1 分）

11. 若 C_1 與 C_2 先並聯，再與 C_3 串聯，求整個組合的等效電容。
答案：並聯部分 6.0 + 12 = 18 μF；再與 4.0 μF 串聯：C = (18 × 4.0) ÷ 22 = 3.27 μF。（6 分：並聯部分 2 分；串聯公式 2 分；計算 1 分；答案 1 分）

12. 把此組合接上 24 V 電源。求組合的總電荷，以及 C_3 與並聯部分各自的電壓。
答案：Q = CV = 3.27 × 10^{-6} × 24 = 78.5 μC；C_3 上電壓 = Q ÷ 4.0 = 19.6 V；並聯部分 = Q ÷ 18 = 4.4 V（合計 24 V）。（8 分：總電荷 2 分；串聯電荷相同 2 分；兩電壓各 2 分）

丁部　電荷分享與能量損失

一個 10 μF 電容器充至 20 V 後，與一個未帶電的 15 μF 電容器並聯。

13. 求連接後兩個電容器的共同電壓。
答案：總電荷守恆：Q = 10 × 10^{-6} × 20 = 200 μC；V = Q ÷ (10 + 15) μF = 8.0 V。（5 分：初電荷 2 分；以總電容除 2 分；答案 1 分）

14. 求每個電容器最後帶的電荷。
答案：10 μF：10 × 8.0 = 80 μC；15 μF：15 × 8.0 = 120 μC（合計 200 μC，與初值相同）。（4 分：兩電荷各 1.5 分；電荷守恆檢查 1 分）

15. 求連接前後的總儲能，並解釋能量差去了哪裡。
答案：初：½ × 10 × 10^{-6} × 20^2 = 2.0 mJ；後：½ × 25 × 10^{-6} × 8.0^2 = 0.80 mJ；損失 1.2 mJ（60%）。損失能量在連接瞬間以熱、火花及電磁輻射形式散失。（6 分：兩能量各 2 分；差值 1 分；解釋 1 分）

戊部　RC 放電電路

一個 47 μF 電容器先充至 12 V，再經 100 kΩ 電阻放電。

16. 求此電路的時間常數 τ。
答案：τ = RC = 100 × 10^3 × 47 × 10^{-6} = 4.7 s。（4 分：公式 2 分；代入 1 分；答案連單位 1 分）

17. 求放電 5.0 s 時電容器兩端的電壓。
答案：V = V_0 e^(−t/τ) = 12 × e^(−5.0/4.7) = 4.14 V（約為初值的三分之一）。（5 分：公式 2 分；代入 2 分；答案 1 分）

18. 求電壓降至 3.0 V 所需的時間。
答案：3.0 = 12e^(−t/4.7) → t = 4.7 × ln(4) = 6.52 s。（6 分：取對數 2 分；整理 2 分；代入 τ 1 分；答案 1 分）

19. 求放電開始後首 4.7 s 內電阻消耗的能量。

答案：初能量 $\tfrac{1}{2} \times 47 \times 10^{-6} \times 144 = 3.38$ mJ；$t = \tau$ 時 $V = 12/e = 4.41$ V，能量 0.46 mJ；消耗 ≈ 2.93 mJ。（6 分：初能量 2 分；τ 時電壓 2 分；差值 2 分）

己部　介電質與應用

沿用乙部面積 0.020 m²、間距 2.0 mm 的平行板電容器（空氣時 C = 88.5 pF）。

20. 在保持接上 12 V 電源的情況下，把相對介電常數 3.0 的介電質填滿板間。求新的電容。

答案：$C = \kappa C_0 = 3.0 \times 88.5 = 265.5$ pF。（4 分：公式 2 分；代入 1 分；答案 1 分）

21. 承接上題（電源仍接上），求儲能變為原來的多少倍，並說明電源在此過程中的角色。

答案：$U = \tfrac{1}{2}CV^2$，V 固定，故 U 變為 3 倍；電源在插入介電質時繼續把電荷送上極板，額外能量由電源提供。（4 分：V 固定 1 分；3 倍 2 分；電源角色 1 分）

22. 若先把電容器充至 12 V 後斷开電源，然後才插入同一介電質，求新的電壓與儲能與原值之比。

答案：電荷固定：$V = Q \div C$，C 變 3 倍，故 $V = 12 \div 3 = 4.0$ V；$U = Q^2 \div 2C$，故儲能變為原來的三分之一。（3 分：V = 4.0 V 1.5 分；能量 1/3 1.5 分）

TutorZone 中五物理練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。