中五物理練習卷：電磁感應、變壓器與交流電

中五（S5）　物理　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部：電磁感應（32 分）

第 1 至 4 題（每題 6 至 9 分）

1. 一個 200 匝的線圈，每匝面積 0.050 m²，置於均勻磁場中，磁通密度在 0.4 s 內由 0.20 T 均勻降至零。求線圈兩端的平均感應電動勢。

答案：磁通量 Φ = BA = 0.20 × 0.050 = 0.010 Wb（1 分）。由法拉第定律，平均感應電動勢 ε = NΔΦ/Δt = 200 × 0.010 ÷ 0.4 = 5.0 V（3 分）。感應電動勢的方向反抗磁通量的減少（1 分）。答案：5.0 V（1 分）。

2. 一條長 0.50 m 的金屬棒在磁通密度 0.30 T 的均勻磁場中以 4.0 m/s 垂直切割磁力線，棒兩端接上 1.5 Ω 的電阻。求 (a) 感應電動勢；(b) 電流；(c) 電阻耗散功率；(d) 維持勻速所需的外力。

答案：(a) ε = Blv = 0.30 × 0.50 × 4.0 = 0.60 V（2 分）。(b) I = ε/R = 0.60 ÷ 1.5 = 0.40 A（2 分）。(c) P = I²R = 0.40² × 1.5 = 0.24 W（2 分）。(d) 勻速時外力等於磁力，F = BIl = 0.30 × 0.40 × 0.50 = 0.060 N（2 分）。

3. 說明楞次定律，並解釋把磁鐵的 N 極移近線圈時，線圈靠近磁鐵的一端為何呈現 N 極。

答案：楞次定律：感應電流的方向總是使它產生的磁場阻礙引起感應電流的磁通量變化（3 分）。把 N 極移近線圈時，穿過線圈向下的磁通量增加（2 分）；感應電流所產生的磁場方向向上以阻礙增加（2 分），故線圈靠近磁鐵的一端為 N 極，與磁鐵互相排斥（2 分）。此現象亦符合能量守恆：外力克服斥力作功而轉化為電能。

4. 承接第 1 題的線圈（電阻 20 Ω），求整個 0.4 s 內通過線圈橫截面的感應電荷量，並說明此電荷量與所經歷時間的關係。

答案：感應電荷 q = NΔΦ/R = 200 × 0.010 ÷ 20 = 0.10 C（4 分）。由 q = NΔΦ/R 可見電荷量只取決於磁通量的總改變與電阻，與所經歷的時間無關（4 分）：時間越長，感應電流越小，但電流與時間的乘積不變（1 分）。

乙部：變壓器（36 分）

第 5 至 8 題（每題 8 至 10 分）

5. 理想變壓器初級線圈 1200 匝，接 240 V 交流電源；次級線圈 60 匝。求 (a) 次級電壓；(b) 次級電流為 5.0 A 時的初級電流；(c) 傳遞功率。

答案：(a) Vs/Vp = Ns/Np，故 Vs = 240 × 60 ÷ 1200 = 12.0 V（3 分）。(b) 理想變壓器輸入功率等於輸出功率：VpIp = VsIs，Ip = 5.0 × 12.0 ÷ 240 = 0.25 A（4 分）。(c) P = VsIs = 12.0 × 5.0 = 60 W（3 分）。

6. 某變壓器的效率為 90%，從電源取用 100 W，次級輸出電壓 12 V。求次級的輸出電流及變壓器損耗的功率。

答案：輸出功率 Pout = 100 × 0.90 = 90.0 W（3 分）；次級電流 I = Pout/Vs = 90.0 ÷ 12 = 7.5 A（3 分）；損耗功率 = 輸入 − 輸出 = 100 − 90.0 = 10.0 W（3 分）。損耗主要來自線圈電阻的焦耳熱與鐵芯的渦流及磁滯。

7. 比較升壓變壓器與降壓變壓器的匝數關係，並解釋高壓輸電可減少輸電線損耗的原因。

答案：升壓變壓器：次級匝數多於初級匝數（Ns 大於 Np），次級電壓高於初級電壓（2 分）；降壓變壓器相反，Ns 小於 Np（2 分）。輸電線損耗 $P_{loss} = I^2R$（2 分）；在輸送功率相同時 $P = VI$，電壓提高 n 倍則電流減為 $1/n$，損耗降為 $1/n^2$（2 分）。故高壓輸電可大幅減少線路損耗。

8. 說明鐵芯內渦流的成因，以及疊片鐵芯如何減少能量損耗。

答案：交變的磁通量在鐵芯內部感應出環形電流，稱為渦流（3 分）。鐵芯電阻很小，渦流會產生大量焦耳熱，造成能量損耗（3 分）。疊片鐵芯以絕緣漆分隔各片，把渦流的路徑切斷、增大電阻，使渦流大幅減弱，從而減少損耗（3 分）。

丙部：交流電與輸電（32 分）

第 9 至 12 題（每題 8 分）

9. 某交流電源的峰值電壓為 340 V，頻率 50 Hz。求 (a) 方均根電壓；(b) 週期。

答案：(a) $V_{rms} = V_{peak}/\sqrt{2} = 340 \div 1.414 = 240.4$ V（4 分）。(b) $T = 1/f = 1 \div 50 = 0.020$ s（4 分）。

10. 一個 60 Ω 的電阻接在方均根值 240 V 的交流電源上。求 (a) 方均根電流；(b) 電阻的平均功率。

答案：(a) $I_{rms} = V_{rms}/R = 240 \div 60 = 4.0$ A（4 分）。(b) $P = V_{rms} \times I_{rms} = 960$ W，或 $P = V_{rms}^2/R = 240^2 \div 60 = 960$ W（4 分）。

11. 說明交流電在一個完整週期內的平均值為零，並解釋計算功率時為何採用方均根值而非平均值。

答案：交流電在正半週與負半週的波形對稱，數值大小相同而方向相反（3 分），故一個完整週期內的平均值為零，不能用來計算功率（2 分）。功率與電流的平方成正比，故先把電流平方、求平均，再開方得方均根值（2 分）；$P = I_{rms}^2R = V_{rms}^2/R$（1 分）。

12. 一條輸電線的總電阻為 2.0 Ω，輸送 20 kW 的功率。分別求以 400 V 及 4000 V 輸送時線路的損耗功率，並評論結果。

答案：以 400 V 輸送時 $I = 20000 \div 400 = 50.0$ A，損耗 $= 50.0^2 \times 2.0 = 5000$ W，約佔輸送功率 25.0%（3 分）。以 4000 V 輸送時 $I = 20000 \div 4000 = 5.0$ A，損耗 $= 5.0^2 \times 2.0 = 50$ W，僅佔 0.25%（3 分）。電壓提高 10 倍，電流減為十分之一，損耗降為百分之一，故高壓輸電遠較低壓有效（2 分）。

TutorZone 中五（S5）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。