中五物理练习卷（第三份）｜折射、透镜、驻波、声强、光电效应、能阶

练习卷 · 高中物理

中五物理练习卷第三份，涵盖折射定律与全内反射、光纤纤芯与包层临界角、凸透镜与凹透镜成像及放大率、放大镜、弦线与闭管驻波共振、拍频、声强分贝与距离衰减、多普勒效应、光电效应最大动能与截止电压、阈值波长、氢原子能阶与巴耳末系光谱，全部附完整步骤及答案。

1. 折射与全内反射（18 分）

答案取 3 位有效数字，须写出所用公式。

#	Question	Answer and marking notes
1	(a) 光由水（n = 1.33）射向空气，求临界角。	$\sin c = 1 / n = 1 / 1.33 = 0.7519$；$c = 48.8^\circ$。
2	(b) 光由空气以 40.0° 入射角射入水中，求折射角。	$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$：$\sin\theta_2 = \sin 40.0^\circ / 1.33 = 0.4833$；$\theta_2 = 28.9^\circ$。
3	(c) 解释为何水中的潜水员看水面以上的景物，视场只是一个约 97° 的圆锥。	光由空气进入水中时，入射角最大可达 90°（掠射），按 $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$ 折射角最大为临界角 48.8°；水面以上 180° 的景物全部被压缩在 $2 \times 48.8^\circ \approx 97^\circ$ 的圆锥内，锥外则因全内反射只见水底影像。
4	(d) 光纤的纤芯折射率为 1.50，包层为 1.48，求纤芯与包层界面的临界角。	$\sin c = n_2 / n_1 = 1.48 / 1.50 = 0.9867$；$c = 80.6^\circ$。光在纤芯内以大于此角度入射即全内反射，讯号不会漏入包层。

2. 透镜成像与放大率（16 分）

用透镜公式 $1/f = 1/u + 1/v$；放大率 $m = -v/u$，虚像以负值表示。

#	Question	Answer and marking notes
5	(a) 凸透镜焦距 10.0 cm，物距 30.0 cm，求像距及放大率，并说明像的性质。	$1/v = 1/f - 1/u = 1/10 - 1/30 \rightarrow v = 15.0$ cm；$m = -v/u = -0.50$。像为倒立、缩小、实像，位于透镜另一侧。
6	(b) 同一凸透镜，物距改为 5.0 cm，求像距及放大率，并说明像的性质。	$1/v = 1/10 - 1/5 \rightarrow v = -10.0$ cm（负号表示虚像，与物同侧）；$m = -v/u = 2.00$。像为正立、放大、虚像，是放大镜的情形。
7	(c) 凹透镜焦距 15.0 cm（取 $f = -15.0$ cm），物距 30.0 cm，求像距及放大率。	$1/v = 1/f - 1/u = -1/15 - 1/30 \rightarrow v = -10.0$ cm；$m = -v/u = 0.333$。像永远为正立、缩小、虚像。
8	(d) 以焦距 5.0 cm 的凸透镜作放大镜，明视距离 25 cm，求最大角放大率。	$M = D / f + 1 = 25 / 5 + 1 = 6.0$（像成于明视距离 25 cm 时最大）。

3. 驻波与共振（16 分）

弦线两端固定；闭管一端封闭一端开口。空气中声速取 340 m/s。

#	Question	Answer and marking notes
9	(a) 弦线长 0.80 m，两端固定，基频驻波波速 320 m/s，求基频及波长。	基频波长 $\lambda = 2L = 2 \times 0.80 = 1.60$ m；$f_1 = v / \lambda = 320 / 1.60 = 200$ Hz。
10	(b) 求该弦线第三谐波的频率及波节数目。	$f_3 = 3 f_1 = 3 \times 200 = 600$ Hz；第三谐波波长 $\lambda = 2L/3$，共有 4 个波节（含两端）及 3 个波腹。
11	(c) 长 0.50 m 的闭管（一端封闭），求基频。	闭管基频 $\lambda = 4L = 4 \times 0.50 = 2.00$ m；$f = v / \lambda = 340 / 2.00 = 170$ Hz。
12	(d) 两支音叉分别为 440 Hz 及 444 Hz，同时发声，求拍频。	拍频 $= \lvert f_1 - f_2 \rvert = 444 - 440 = 4$ Hz，即每秒听到 4 次强弱变化。

4. 声强、分贝与多普勒效应（18 分）

声强级 $L = 10 \log(I / I_0)$，$I_0 = 1.0 \times 10^{-12}$ W m^{-2}；声速取 340 m/s。

#	Question	Answer and marking notes
13	(a) 某点声强为 1.0×10^{-4} W m^{-2}，求声强级。	$L = 10 \log(1.0 \times 10^{-4} / 1.0 \times 10^{-12}) = 10 \log 10^{8} = 80.0$ dB。
14	(b) 若接收者与声源的距离加倍（点声源、无吸收），求新的声强级。	声强 $\propto 1/r^2$，距离加倍令声强变为 1/4，L 减少 $10 \log 4 = 6.0$ dB，即 74.0 dB。
15	(c) 救护车以 34 m/s 驶向静止观察者，警号频率 500 Hz，求观察者听到的频率（v = 340 m/s）。	$f' = f v / (v - v_s) = 500 \times 340 / (340 - 34) = 555.6$ Hz，比原来高。
16	(d) 救护车驶过后以同一速率离去，求观察者听到的频率，并解释听感变化。	$f' = 500 \times 340 / (340 + 34) = 454.5$ Hz。频率由 555.6 Hz 降至 454.5 Hz，故听到音调突然下降（约 101.0 Hz）。

5. 光电效应（16 分）

用 $E = hc/\lambda$，取 $hc = 1240$ eV nm；功函数 $W = 2.30$ eV。

#	Question	Answer and marking notes
17	(a) 以 400 nm 的光照射该金属，求光子能量及光电子的最大动能。	$E = 1240 / 400 = 3.10$ eV；$KE_{max} = E - W = 3.10 - 2.30 = 0.80$ eV。
18	(b) 改用 300 nm 的光，求最大动能及截止电压。	$E = 1240 / 300 = 4.13$ eV；$KE_{max} = 4.13 - 2.30 = 1.83$ eV；截止电压 $V_0 = KE_{max} / e = 1.83$ V。
19	(c) 若保持波长不变而提高光强，截止电压会否改变？解释。	不会。光强只增加每秒光子数目，令光电子数目（光电流）增加；每个光子的能量不变，故最大动能及截止电压不变。
20	(d) 求该金属的阈值波长。	$\lambda_0 = hc / W = 1240 / 2.30 = 539$ nm；波长长于此值不论光强多大都不会有光电子射出。

6. 氢原子能阶与光谱（16 分）

氢原子能阶 $E_n = -13.6/n^2$ eV；$hc = 1240$ eV nm。

#	Question	Answer and marking notes
21	(a) 求电子由 n = 2 跃迁至 n = 1 所发光子的能量及波长。	$\Delta E = 13.6(1/1^2 - 1/2^2) = 10.20$ eV；$\lambda = 1240 / 10.20 = 121.6$ nm（紫外区）。
22	(b) 氢原子的电离能是多少？写出理由。	电离能 = 13.6 eV，即把电子由基态 n = 1（E = −13.6 eV）移到 n = ∞（E = 0）所需的能量。
23	(c) 解释为何氢的发射光谱是一条条分立的谱线，而不是连续光谱。	原子能阶是分立的，电子只能在特定能阶之间跃迁；每次跃迁放出能量固定的光子，故光谱只见对应各能阶差的分立谱线。
24	(d) 求 n = 3 跃迁至 n = 2 的谱线波长，并指出所属光系。	$\Delta E = 13.6(1/4 - 1/9) = 1.889$ eV；$\lambda = 1240 / 1.889 = 656$ nm，属巴耳末系（可见光红光）。