参考答案与详解

2022 年江苏等级考 · 物理

本站自编 | 共 15 题

本题答案与解析由逐光知理物理教研组依据原卷独立编撰，选择题给出答案键，非选择题给出关键公式与演算过程，供校核使用。公式与物理量按 *Times New Roman* 斜体排版。

1 B	**2** A	**3** C	**4** B	**5** A	**6** D
7 C	**8** A	**9** D	**10** B		

1．答案：B

【考点】受力分析按重力、弹力、摩擦力、其他力的顺序进行；静摩擦力由平衡条件反求，方向与相对运动趋势相反。

【审题】高铁车厢里的水平桌面上放置一本书，书与桌面间的动摩擦因数为 0.4，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，取重力加速度 $g=10\ \mathrm{m/s^2}$。若书不滑动，则高铁的最大加速度不超过。解题时先隔离研究对象，再画受力图，最后沿水平和竖直方向列平衡方程。

【解析】书随高铁一起运动，书不滑动时，书与桌面间的静摩擦力提供书做加速运动所需的合力。静摩擦力最大等于滑动摩擦力 $f_{\max}=\mu mg=0.4mg$。

对书由牛顿第二定律得 $f_{\max}=ma_{\max}$，所以 $a_{\max}=\frac{f_{\max}}{m}=\mu g=0.4\times10\ \mathrm{m/s^2}=4.0\ \mathrm{m/s^2}$。

高铁加速度超过该值时，静摩擦力不足以使书同步加速，书将相对桌面滑动，故选 B。

【选项研判】正确选项为 B；其余选项与上述物理判断不符，逐一排除。

【答案】B

【模型提炼】平衡问题常用“正交分解”或“矢量三角形”，关键是判断力的方向与是否共点。

【易错提醒】不要把作用力与反作用力画在同一物体上，也不要把平衡力与相互作用力混淆。

2．答案：A

由电路图可知 R_3 与 R_4 串联后与 R_2 并联，再与 R_1 串联。并联电路部分的等效电阻为 $R_{\mathrm{x}}=\frac{R_2(R_3+R_4)}{R_2+R_3+R_4}=2\Omega$。

由闭合电路欧姆定律可知，干路电流即经过 R_1 的电流为 $I_1=I=\frac{E}{R_1+R_{\mathrm{x}}}=3\mathrm{A}$。

并联部分各支路电流大小与电阻成反比，则 $I_2=\frac{R_3+R_4}{R_2+R_3+R_4}I=\frac{1}{2}I=1.5\mathrm{A}$，$I_3=I_4=\frac{R_2}{R_2+R_3+R_4}I=\frac{1}{2}I=1.5\mathrm{A}$。

四个灯泡的实际功率分别为 $P_1=I_1^2R_1=18\mathrm{W}$，$P_2=I_2^2R_2=6.75\mathrm{W}$，$P_3=I_3^2R_3=4.5\mathrm{W}$，$P_4=I_4^2R_4=9\mathrm{W}$。

故四个灯泡中功率最大的是 R_1，A 正确，BCD 错误。

故选 A。

3．答案：C

【考点】带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动，半径 $r=\frac{mv}{qB}$，周期 $T=\frac{2\pi m}{qB}$，周期与速度无关。
【审题】两根固定的通电长直导线 a、b 相互垂直，a 平行于纸面，电流方向向右，b 垂直于纸面，电流方向向里，则导线 a 所受安培力方向。解题时先用左手定则判断力的方向，再找圆心、定半径，最后用几何关系求偏转角。
【解析】根据安培定则，可判断出导线 a 左侧部分的空间磁场方向斜向右上，右侧部分的磁场方向斜向下方，根据左手定则可判断出左半部分垂直纸面向外，右半部分垂直纸面向里。
故 C 正确，ABD 错误。
故选 C。
【选项研判】正确选项为 C；其余选项与上述物理判断不符，逐一排除。
【答案】C
【模型提炼】磁场题按“受力方向—圆心位置—半径—几何关系”建模。
【易错提醒】洛伦兹力不做功；不要用右手定则判断安培力方向。

4．答案：B

【考点】光电效应 $E_k=h\nu-W_0$，光子能量 $E=h\nu$；玻尔模型能级差决定吸收或辐射光子频率。
【审题】上海光源通过电子-光子散射使光子能量增加，光子能量增加后。解题时先配平核反应方程，再算质量亏损或能级差，最后用 $E=mc^2$ 或 $h\nu$ 求能量。
【解析】AB．根据 $E=h\nu$ 可知光子的能量增加后，光子的频率增加，又根据 $\lambda=\frac{c}{\nu}$ 可知光子波长减小，故 A 错误，B 正确；
CD．根据 $p=\frac{h}{\lambda}$ 可知光子的动量增加；又因为光子质量不变，根据 $p=mv$ 可知光子速度增加，故 C 错误，D 错误。
故选 B。
【选项研判】正确选项为 B；其余选项与上述物理判断不符，逐一排除。
【答案】B
【模型提炼】近代物理题按“守恒—能级—能量”分析。
【易错提醒】不要认为半衰期随温度变化；也不要漏掉核反应中的光子或中微子。

5．答案：A

考点：法拉第电磁感应定律（感生电动势）。
A（πkr^2）：磁场只存在于半径为 r 的圆形区域内，磁通量变化的面积取 r 对应的圆面积而非线圈面积 R。由法拉第电磁感应定律 $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{\Delta B}{\Delta t}\cdot\pi r^2=k\pi r^2$。故选 A。
B（πkR^2）：误用线圈面积 πR^2 计算。磁场区域只有半径 r，线圈中 r 之外的区域磁感应强度为零，磁通量仅由半径 r 内的磁通决定，B 错。
C（πB_0r^2）：误把磁感应强度 B_0 当作变化率。B_0 是 $t=0$ 时刻的磁感应强度，产生感应电动势的是变化率 $\frac{\Delta B}{\Delta t}=k$，与 B_0 无关，C 错。
D（πB_0R^2）：同时错用 B_0 与线圈面积 R，双重错误，D 错。
答案：A
说明：感生电动势 $E=\frac{\Delta B}{\Delta t}S$ 中的 S 取磁场分布区域的面积（当区域小于线圈时）。

6．答案：D

【考点】理想气体状态方程 $\frac{pV}{T}=C$，热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$；温度是分子平均动能的标志。

【审题】自主学习活动中，同学们对密闭容器中的氢气性质进行讨论，下列说法中正确的是。解题时先确定气体状态参量，再判断过程类型，最后列状态方程或热力学第一定律。

【解析】A．密闭容器中的氢气质量不变，分子个数不变，根据 $n=\frac{N_0}{V}$ 可知当体积增大时，单位体积的个数变小，分子的密集程度变小，故 A 错误；

B．气体压强产生的原因是大量气体分子对容器壁的持续的、无规则撞击产生的；压强增大并不是因为分子间斥力增大，故 B 错误；

C．普通气体在温度不太低，压强不太大的情况下才能看作理想气体，故 C 错误；

D．温度是气体分子平均动能的标志，大量气体分子的速率呈现“中间多，两边少”的规律，温度变化时，大量分子的平均速率会变化，即分子速率分布中各速率区间的分子数占总分子数的百分比会变化，故 D 正确。

故选 D。

【选项研判】正确选项为 D；其余选项与上述物理判断不符，逐一排除。

【答案】D

【模型提炼】热学题按“状态参量—过程—能量”三步建模。

【易错提醒】不要把热量与内能等同；也不要忽略做功的正负号。

7．答案：C

【考点】气体压强由分子数密度和平均动能共同决定；等温、等容、等压过程要分别抓住不变量。

【审题】一定质量的理想气体分别经历 $a\to b$ 和 $a\to c$ 两个过程，其中 $a\to b$ 为等温过程，状态 b、c 的体积相同，则。解题时先确定气体状态参量，再判断过程类型，最后列状态方程或热力学第一定律。

【解析】A．由于 $a\to b$ 的过程为等温过程，即状态 a 和状态 b 温度相同，分子平均动能相同，对于理想气体状态 a 的内能等于状态 b 的内能，故 A 错误；

B．由于状态 b 和状态 c 体积相同，且 $p_b<p_c$，根据查理定律可知 $T_b<T_c$，又因为 $T_a=T_b$，故 $T_a<T_c$，故 B 错误；

CD．因为 $a\to c$ 过程气体体积增大，气体对外界做正功；而气体温度升高，内能增加，根据 $\Delta U=W+Q$ 可知气体吸收热量；故 C 正确，D 错误。

故选 C。

【选项研判】正确选项为 C；其余选项与上述物理判断不符，逐一排除。

【答案】C

【模型提炼】热学题按“状态参量—过程—能量”三步建模。

【易错提醒】不要把热量与内能等同；也不要忽略做功的正负号。

8．答案：A

【考点】功是力在位移方向上的累积，$W = Fl\cos\theta$；动能定理 $W_{\text{net}} = \Delta E_k$，机械能守恒的条件是只有重力或弹力做功。

【审题】某滑雪赛道滑雪运动员从静止开始沿斜面下滑，经圆弧滑道起跳。将运动员视为质点，不计摩擦力及空气阻力，此过程中，运动员的动能 E_k 与水平位移 x 的关系图像正确的是。解题时先选研究过程，再算各力做功，最后用动能定理或机械能守恒列式。

【解析】设斜面倾角为 θ，不计摩擦力和空气阻力，由题意可知运动员在沿斜面下滑过程中根据动能定理有 $E_k = mgx\tan\theta$，即 $\frac{E_k}{x} = mg\tan\theta$。

下滑过程中开始阶段倾角 θ 不变，$E_k - x$ 图像为一条直线；经过圆弧轨道过程中 θ 先减小后增大，即图像斜率先减小后增大。

故选 A。

【选项研判】正确选项为 A；其余选项与上述物理判断不符，逐一排除。

【答案】A

【模型提炼】能量题优先看“有哪些力做功、是否有摩擦、是否守恒”。

【易错提醒】不要漏掉摩擦力做负功，也不要把“匀速”误认为机械能守恒。

9．答案：D

考点：点电荷电场的叠加、电场力做功与电势。

A：初始时四个等量正电荷两两对称，O 点合场强为零。A 处电荷移走的过程中，B、D 在 O 点的场强仍抵消，而 A 的场强（与 C 的场强方向相反）不断减小，O 点合场强由零逐渐增大后趋于 C 单独产生的场强，并非"变小"，A 错。

B：C 处电荷受 A 的斥力随 A 远离而减小，B、D 对 C 的力不变，故 C 处电荷所受静电力变小，B 错。

C：移动的电荷（正电）受 B、D、C 的斥力，其合力沿 OA 延长线指向无穷远方向，与移动方向相同，静电力做正功，C 错。

D：设正方形边长为 a，移动到无穷远后：$\varphi_O = \frac{3kq}{a/\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{2}kq}{a} \approx \frac{4.24kq}{a}$，$\varphi_A = \frac{2kq}{a} + \frac{kq}{\sqrt{2}a} \approx \frac{2.71kq}{a}$，故 O 点电势高于 A 点，D 正确。故选 D。

答案：D

说明：正电荷周围电势为正，离电荷越近电势越高；对称中心场强先按矢量合成分析。

10．答案：B

A 上滑到最大位移一半时，弹簧弹力恰好与重力沿斜面的分力和摩擦力平衡，加速度为零，A 错；上滑过程弹簧始终压缩，弹力方向不变，B 对；下滑时弹簧压缩量增大，整体加速度减小，B 对 A 的压力增大，C 错；全过程初末动能均为零、弹簧形变相同，克服摩擦力做的总功等于 B 重力势能的减小量，D 错。

11．答案：（1）A；（2）61.22；（3）9.60；（4）$t + \frac{h}{v}$；（5）不正确。木条厚度不影响 $2h - t^2$ 图线的斜率，因而不影响用图像法求得的重力加速度。

（1）选密度较大的钢球，A。（2）刻度尺分度值 1 mm，估读到 0.01 cm，读数为 61.22 cm。（3）由 $2h = gt^2$ 知 $2h - t^2$ 图线斜率等于 g，取图线两点计算得 $g \approx 9.60\text{m/s}^2$。（4）声音传播时间为 $\frac{h}{v}$，小球下落时间 $t + \frac{h}{v}$。（5）设木条厚度为 H，则 $g = \frac{2(h_2 + H) - 2(h_1 + H)}{t_2^2 - t_1^2} = \frac{2(h_2 - h_1)}{t_2^2 - t_1^2}$，与 H 无关。

12．答案：（1）$\tan\theta$；（2）$D\tan\theta$

考点：光的反射与折射定律。

第（1）问：水的折射率 $n=\tan\theta$：反射光线与入射光线、法线在同一平面内，反射角等于入射角 θ；设折射角为 r。反射光线（在空气中，法线上方与水面成 θ 角）与折射光线（在水中，法线下方与法线成 r 角）互相垂直，两光线与法线共面，故 $\theta+90^\circ+r=180^\circ$，得 $r=90^\circ-\theta$。由折射定律 $n=\frac{\sin\theta}{\sin r}=\frac{\sin\theta}{\sin(90^\circ-\theta)}=\frac{\sin\theta}{\cos\theta}=\tan\theta$.

第（2）问：两条折射光线之间的距离 $d=D\tan\theta$：两条平行入射光线相距 D，与水面成 θ 角，它们在水面上的两个入射点之间的距离 $s=\frac{D}{\cos\theta}$（沿水面方向投影）。两条折射光线平行，均与法线成 $r=90^\circ-\theta$ 角，两条平行折射光线间的距离等于入射点间距在垂直于折射光线方向上的投影：

$d=s\cos r=\frac{D}{\cos\theta}\cdot\cos(90^\circ-\theta)=\frac{D\sin\theta}{\cos\theta}=D\tan\theta$. 回代检验：$\theta=45^\circ$ 时 $n=1$ 附近（水应为 1.33，对应 $\theta\approx53^\circ$），取 $\theta=53^\circ$，$n=\tan53^\circ\approx1.33$，$d=D\tan53^\circ\approx1.33D$，量纲与数量级均合理。

示意图：下图为本站自绘矢量示意图：两条平行光线以入射角 θ 入射，反射光线与折射光线垂直，两折射光线间距 d。

答案：（1）$n=\tan\theta$（2）$d=D\tan\theta$

说明：反射角等于入射角，"反射光线与折射光线垂直"即 $\theta+r=90^\circ$。

13．答案：（1）$m_a:m_b=2:1$；（2）$p_a=\frac{6}{7}mv$

【解析】中性粒子分裂后，两粒子在磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力：$qvB=m\frac{v^2}{r}$，得 $r=\frac{mv}{qB}$，运动速度 $v=\frac{l}{t}$。

（1）两粒子带等量异号电荷，电荷量大小相等，$q_a=q_b$。相同时间内径迹长度之比等于速率之比：$\frac{v_a}{v_b}=\frac{l_a}{l_b}=\frac{3}{1}$。由 $r=\frac{mv}{qB}$ 得 $m=\frac{qBr}{v}$，所以 $\frac{m_a}{m_b}=\frac{r_a}{r_b}\cdot\frac{v_b}{v_a}=\frac{6}{1}\times\frac{1}{3}=\frac{2}{1}$。

（2）分裂过程内力远大于外力，动量守恒。由径迹可知两粒子均沿原粒子运动方向偏转相同的切向方向，动量方向相同，故 $mv=m_av_a+m_bv_b$。

设 $m_b=m_0$，则 $m_a=2m_0$，$v_a=3v_b$，有 $m_av_a=6m_0v_b$，所以 $mv=7m_0v_b$，$m_0v_b=\frac{mv}{7}$。

则 $p_a=m_av_a=6m_0v_b=\frac{6}{7}mv$。

14．答案：（1）$2m\omega^2L$；（2）$\frac{4mL^2}{t^3}$；（3）$1-\frac{(r-d)^3}{r^3}$

【解析】（1）货物做匀速圆周运动，半径 $R=2L$，由向心力公式得 $F_n=m\omega^2R=2m\omega^2L$。

（2）A 到 B 为从静止开始的匀加速直线运动，$L=\frac{1}{2}at^2$，$v_B=at=\frac{2L}{t}$。在完全失重状态下机械臂的作用力就是货物所受的合力，由动量定理 $Ft=mv_B$ 得 $F=\frac{2mL}{t^2}$，故瞬时功率 $P=Fv_B=\frac{4mL^2}{t^3}$。

（3）设空间站与货物同步绕地球做匀速圆周运动的角速度为 ω_0，空间站质量为 m_0。空间站做圆周运动：$G\frac{Mm_0}{r^2}=m_0\omega_0^2r$，得 $\omega_0^2=\frac{GM}{r^3}$。

货物到地心的距离为 $r-d$，所需向心力 $m\omega_0^2(r-d)=G\frac{Mm(r-d)}{r^3}$，小于该处的万有引力 $G\frac{Mm}{(r-d)^2}$，故机械臂必须对货物施加一个背离地心的拉力 F_1。由牛顿第二定律 $G\frac{Mm}{(r-d)^2}-F_1=m\omega_0^2(r-d)$，

解得 $F_1=G\frac{Mm}{(r-d)^2}-G\frac{Mm(r-d)}{r^3}$，而地球引力 $F_2=G\frac{Mm}{(r-d)^2}$，所以 $\frac{F_1}{F_2}=1-\frac{(r-d)^3}{r^3}$。

15．答案：（1）$\frac{8d}{\cos\theta_0}\sqrt{\frac{m}{2E_k}}$；（2）$-\frac{\pi}{6}<\theta<\frac{\pi}{6}$；（3）$\frac{1}{2}$

（1）粒子水平方向匀速，$v_x=v\cos\theta_0$，$E_k=\frac{1}{2}mv^2$，通过宽度 $8d$ 的时间 $t=\frac{8d}{v\cos\theta_0}=\frac{8d}{\cos\theta_0}\sqrt{\frac{m}{2E_k}}$。（2）$E_k=4qEd$ 时，粒子在竖直方向最大位移 $x_m=4d\sin^2\theta$；要求 $x_m<d$，得 $\sin\theta<\frac{1}{2}$，即 $-\frac{\pi}{6}<\theta<\frac{\pi}{6}$。（3）$E_k=\frac{8}{3}qEd$ 时，临界入射角为 37°，从 CD 边射出的角度范围占 $\frac{37}{90}$，故数量比 $N:N_0=\frac{1}{2}$。