

1. A 【命题点】核反应方程

【解析】由题知,硼俘获中子后,产生高杀伤力的 α 粒子和锂(Li)离子,而 α 粒子为氦原子核,根据质量数守恒和电荷数守恒可知,这个核反应的方程是 ${}^{10}_3\text{B} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He}$, A 正确。

2. C 【命题点】光的折射

【解析】光束 a 经圆心 O 射入半圆形玻璃砖,出射光为 b 、 c 两束单色光,这是光的色散现象, A 错误;由题图可知,光束 c 的折射角大于光束 b 的折射角,根据折射定律可知 $n_c < n_b$ (点拨:入射角相同,由 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ 可判断折射率大小), C 正确;由于光的折射率越大,其频率越大,波长越短,则光束 b 在真空中的波长较短, B 错误;根据 $v = \frac{c}{n}$ 知,光束 c 的折射率较小,则光束 c 在玻璃砖中的传播速度较大, D 错误。

快解 偏折程度越大的光折射率越大,所以玻璃砖对光束 b 的折射率较大。

3. D 【命题点】波的传播

【解析】由题知, K 质点比 L 质点先回到平衡位置,则 K 质点应沿 y 轴负方向运动,再根据“上下坡”法可知,该简谐横波应沿 x 轴正方向传播, A、B 错误;由于 K 质点向平衡位置运动,而 L 质点在波谷处,则 L 质点的速度为零,故此时 K 质点的速度比 L 质点的大, C 错误;由于质点在竖直方向做机械振动,根据 $F = -ky$, $F = ma$, 结合波的图像可看出此时 K 质点的加速度比 L 质点的小, D 正确。

4. B 【命题点】分子动量

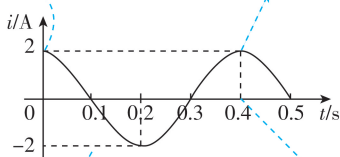
选项	分析	正误
A	温度是分子平均动能的标志,温度升高,分子的平均动能增大	×
B	相同质量下, $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 热水的内能小于 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 热水的内能, $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 热水的内能小于 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水蒸气的内能	√
C	温度越高,分子热运动的平均速率越大,由于分子运动是无规则的,所以并不是每个热水分子的速率都小	×
D	温度越高,分子热运动越剧烈	×

5. C 【命题点】正弦式交变电流的瞬时值表达式和有效值

该交变电流的有效值为 $i =$

$$\frac{i_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}} \text{ A}, \text{ D 错误}$$

在 $t = 0.4\text{ s}$ 前后, 电流均为正值, 方向没有发生变化, A 错误



该交变电流的周期为 $T = 0.4\text{ s}$, B 错误

$i_{\max} = 2\text{ A}$, $\omega = \frac{2\pi}{T} = 5\pi\text{ rad/s}$, 该交变电流的表达式为 $i = i_{\max} \cos \omega t = 2 \cos 5\pi t\text{ A}$, C 正确

6. D 【命题点】万有引力定律的应用

选项	分析	正误
A	根据牛顿第二定律有 $G \frac{Mm}{r^2} = ma$, 解得 $a = \frac{GM}{r^2}$, 故“天问一号”在近火点的加速度比远火点的大	×
B	根据开普勒第二定律可知, “天问一号”在近火点的运行速度比远火点的大	×
C	“天问一号”在同一轨道运行时, 只有引力做功, 则机械能守恒	×
D	“天问一号”在近火点做的是离心运动, 若要变为绕火星的圆周运动, 需要减速	√

一题多解 “天问一号”在同一轨道运行时, 只有引力做功, 则机械能守恒, 在近火点离火星表面近, 重力势能小, 则在近火点的动能大, 在近火点的运行速度大, 故 B、C 错误。

7. C 【命题点】单杆切割

【解析】 导体棒向右运动, 根据右手定则可知, 导体棒中感应电流的方向为 $b \rightarrow a$, 再根据左手定则可知, 导体棒受到向左的安培力, 根据法拉第电磁感应定律可得, 产生的感应电动势为 $E = BLv$, 感应电流为 $I = \frac{E}{R+r} = \frac{BLv}{R+r}$, 故安培力为 $F = BIL =$

$\frac{B^2 L^2 v}{R+r}$, 根据牛顿第二定律有 $F = ma$, 可得 $a = \frac{B^2 L^2 v}{m(R+r)}$, 随着速

度减小, 加速度不断减小, 故导体棒不是做匀减速直线运动, **A、B 错误**; 根据能量守恒定律可知, 回路消耗的总电能为

$Q = \frac{1}{2}mv_0^2$, 因 R 与 r 串联, 则产生的热量与电阻成正比, 则电

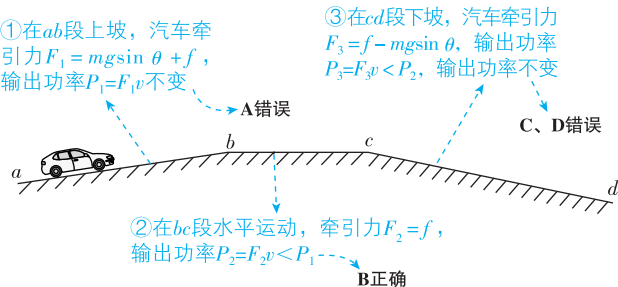
阻 R 消耗的总电能为 $Q_R = \frac{R}{R+r}Q = \frac{mv_0^2 R}{2(R+r)}$, **C 正确**; 整个过程

只有安培力做负功, 根据动能定理可知, 导体棒克服安培力做的

总功等于 $\frac{1}{2}mv_0^2$, **D 错误**。

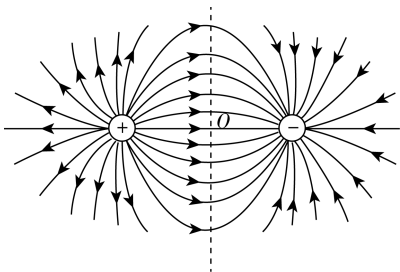
一题多解 导体棒向右运动, 穿过 U 形导体框与导体棒 ab 围成区域的磁通量增大, 根据楞次定律和右手螺旋定则可知感应电流方向为逆时针, 所以导体棒中感应电流的方向为 $b \rightarrow a$, 故 B 错误。

8. B 【命题点】输出功率



9. C 【命题点】电场力与电场能的性质

【解析】根据等量异号点电荷的电场线分布可知, M 点的场强与 P 点的场强大小相等, N 点的场强与 P 点的场强大小相等、方向相同, **A 错误, C 正确**; 根据等量异号点电荷的电势分布特点可知, M 点的电势与 N 点的电势相等, M 点的电势高于 P 点的电势, 根据 $E_p = \varphi q$ 可知, 电子在 M 点的电势能比在 P 点的电势能小, **B、D 错误**。



一题多解

根据点电荷的电场强度公式 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 和叠加原理可知, M 点、 P 点、 N 点的场强大小都相等, **A 错误**; 根据点电荷的电势公式 $\varphi = \frac{kQ}{r}$ 和叠加原理可知, M 点与 N 点的电势相等, M 点的电势比 P 点的电势高, 电子在 M 点的电势能比在 P 点的电势能小, 故 **B、D 错误**。

10. D 【命题点】圆周运动和动量定理

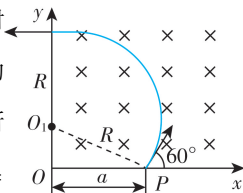
【解析】圆盘停止转动前, 小物体随圆盘一起转动, 小物体所受摩擦力提供向心力, 方向沿半径方向, **A 错误**; 根据动量定理可知 $I_{\text{合}} = mv - mv = 0$, 由于重力与支持力大小相等, 方向相反, 所以合外力的冲量等于小物体运动一圈所受摩擦力的冲量, 即圆盘停止转动前, 小物体运动一圈所受摩擦力的冲量大小为零, **B 错误**; 圆盘停止转动后, 小物体沿运动轨迹的切线方向运动, **C 错误**; 圆盘停止转动后, 根据动量定理可知, 小物体整个滑动过程所受摩擦力的冲量大小为 $I = \Delta p = mv = m\omega r$, **D 正确**。

11. D 【命题点】电磁感应、安培力

【解析】未接导线时, 表针晃动过程中切割磁感线, 表内线圈会产生感应电动势, 由于未接导线时, 未连成闭合回路, 没有感应电流, 所以不受安培力, **A、B 错误**; 接上导线后, 表针晃动过程中表内线圈产生感应电动势, 由于接通导线, 连成闭合回路, 有感应电流, 所以表内线圈受到安培力的作用, 根据左手定则可知, 安培力方向与表内线圈的晃动方向相反, 所以表针晃动减弱, **C 错误, D 正确**。

12. A 【命题点】带电粒子在磁场中的运动

【解析】带电粒子恰好垂直于 y 轴射出磁场, 作两速度的垂线, 两垂线的交点为圆心 O_1 , 运动轨迹如图所示, 由几何关系可知 $OO_1 =$



$a \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}a, R = \frac{a}{\cos 30^\circ} = \frac{2\sqrt{3}}{3}a$, 圆心的坐标为 $(0, \frac{\sqrt{3}}{3}a)$,

则带电粒子在磁场中运动的轨迹方程为 $x^2 + \left(y - \frac{\sqrt{3}}{3}a\right)^2 = \frac{4}{3}$

a^2 (关键: 圆的方程为 $(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$), **A 正确**; 由洛伦

兹力提供向心力有 $qvB = m \frac{v^2}{R}$, 解得带电粒子在磁场中运动

的速率为 $v = \frac{qBR}{m}$, 因磁感应强度 B 未知, 则无法求出带电粒

子在磁场中运动的速率, **B、D 错误**; 带电粒子在磁场中运动

轨迹对应的圆心角为 $\frac{2}{3}\pi$, 而周期为 $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$, 则带电

粒子在磁场中运动的时间为 $t = \frac{\frac{2}{3}\pi}{2\pi} T = \frac{2\pi m}{3qB}$, 因磁感应强度

B 未知, 则运动时间无法求得, **C 错误**。

13. A 【命题点】牛顿运动定律的应用

【解析】由题知, 不挂钢球时, 弹簧下端指针位于直尺 20 cm

刻度处, 则弹簧的原长 $l_0 = 0.2$ m; 下端悬挂钢球, 静止时指

针位于直尺 40 cm 刻度处, 根据受力平衡有 $mg = k(l - l_0)$,

在 30 cm 刻度处, 有 $F_{\text{弹}} - mg = ma_1$ (取竖直向上为正方向),

$F_{\text{弹}} = k(l' - l_0)$, 代入数据解得 $a_1 = -0.5g$, **A 正确**; 在 40 cm

刻度处, 有 $mg = F'_{\text{弹}}$, 则 40 cm 刻度对应的加速度为零, **B 错**

误; 在 50 cm 刻度处, 有 $F''_{\text{弹}} - mg = ma_2$ (取竖直向上为正方

向), $F''_{\text{弹}} = k(l'' - l_0)$, 代入数据解得 $a_2 = 0.5g$, **C 错误**; 设刻度

对应值为 x , 结合分析可知 $\frac{k \cdot \Delta x - mg}{m} = a$, $x = |x - 0.2 \text{ m}|$ (取

竖直向上为正方向), 经过整理有 $a = \frac{gx - 0.4 \text{ m} \cdot g}{0.2 \text{ m}}$ ($x >$

0.2 m) 或 $a = \frac{-gx}{0.2 \text{ m}}$ ($x < 0.2 \text{ m}$), 根据以上分析, 加速度 a 与

刻度对应值 x 是线性关系, 则各刻度对应加速度的值是均

匀的, **D 错误**。

快解 设刻度对应值为 x , 弹簧的弹力与刻度对应值 x 是线性关系, 所以加速度 a 与刻度对应值 x 是线性关系, 则各刻度对应加速度的值是均匀的, **D 错误**。

14. D 【命题点】能级的跃迁和光的衍射条件

【解析】同步辐射是速度接近光速的电子在磁场中偏转时,

会沿圆弧轨道切线发出电磁辐射, 氢原子发光是电子从高

能级跃迁到低能级时放出光子, 两者的机理不同, **A 错误**;

用同步辐射光照射氢原子, 总能量约为 10^4 eV, 大于电离能

13.6 eV, 则能使氢原子电离, **B 错误**; 同步辐射光的波长范

围约为 $10^{-5} \text{ m} \sim 10^{-11} \text{ m}$, 蛋白质分子的线度约为 10^{-8} m , 故

能发生明显衍射, 得到衍射图样, **C 错误**; 以接近光速运动的

单个电子能量约为 10^9 eV, 回旋一圈辐射的总能量约为

10^4 eV , 则电子回旋一圈后能量不会明显减小, **D** 正确。

15. (1) 31.4 (2 分) (2) 0.44 (3 分) (3) 见解析 (3 分)

【命题点】游标卡尺的读数、数据分析、实验原理

【解析】(1) 根据游标卡尺的读数规则可知, 游标卡尺读数为 $3.1 \text{ cm} + 4 \times 0.1 \text{ mm} = \mathbf{31.4 \text{ mm}}$ 。

(2) 每隔 4 个点取一个点作为计数点, 故相邻两个计数点间的时间间隔为 $T = 5 \times 0.02 \text{ s} = 0.1 \text{ s}$, 匀变速直线运动中间时刻的瞬时速度等于该段时间内的平均速度, 则有 $v_c = \frac{x_{BD}}{2T} =$

$\mathbf{0.44 \text{ m/s}}$ 。

(3) 设绳的拉力大小为 T , 小车运动的加速度大小为 a 。对桶和砂, 有 $mg - T = ma$; 对小车, 有 $T = Ma$ 。得 $T = \frac{M}{M+m}mg$ 。小车受到细绳的拉力 T 等于小车受到的合力 F , 即 $F = \frac{M}{M+m}mg = \frac{1}{1+\frac{m}{M}}mg$ 。可见, 只有桶和砂的总质量 m 比小车

质量 M 小得多时, 才能认为桶和砂所受的重力 mg 等于使小车做匀加速直线运动的合力 F 。

技巧必背 主尺读数与游标尺读数之和为游标卡尺示数, 不需要估读; 在匀变速直线运动中, 中间时刻的瞬时速度等于该段时间内的平均速度。

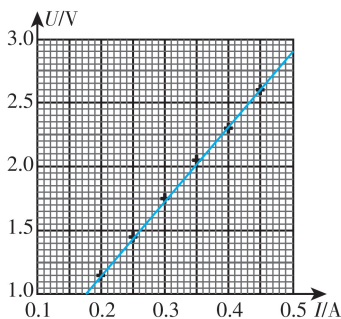
16. (1) 6 (2 分) (2) A (1 分) C (1 分) (3) 见解析 (2 分)
5.80 (2 分) (4) 见解析 (2 分)

【命题点】“测量金属丝的电阻率”实验

【解析】(1) 选择开关调节到欧姆“ $\times 1$ ”挡, 由题图 1 可知, 该金属丝的电阻 $R_x = 6 \times 1 \Omega = \mathbf{6 \Omega}$ 。

(2) 由题知, 电源电动势为 3 V , 则回路中的最大电流为 $I_{\max} = \frac{E}{R_x} = \frac{3}{6} \text{ A} = 0.5 \text{ A}$, 故电流表应选用 **A**。为了调节方便、测量准确, 滑动变阻器要选最大阻值小的, 故选 **C**。

(3) 将描出的点用直线连接, 即可得 $U-I$ 图线如图所示,



取点 $(0.30 \text{ A}, 1.74 \text{ V})$, 可得 $R = \frac{1.74}{0.30} \Omega = \mathbf{5.80 \Omega}$ 。

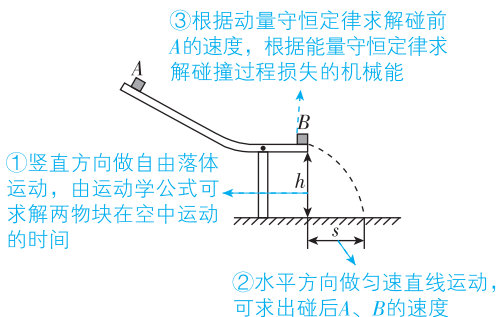
(4) 刚闭合开关时, 灯丝温度较低, 电阻较小, 电流较大; 随着灯丝温度升高, 电阻逐渐增大, 电流逐渐减小; 当灯丝发

热与散热平衡时,温度不变,电阻不变,电流保持不变。

17. (1) 0.30 s (2) 2.0 m/s (3) 0.10 J

【命题点】平抛运动、动量守恒定律

【题图剖析】



【解析】(1) 竖直方向为自由落体运动, 由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ (1分)

得 $t = 0.30 \text{ s}$ (1分)

(2) 设 A、B 碰后速度为 v ,

水平方向为匀速运动, 由 $s = vt$ (1分)

得 $v = 1.0 \text{ m/s}$ (1分)

根据动量守恒定律, 由 $mv_0 = 2mv$ (1分)

得 $v_0 = 2.0 \text{ m/s}$ (1分)

(3) 两物块碰撞过程中损失的机械能

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2} \times 2mv^2$$
 (2分)

得 $\Delta E = 0.10 \text{ J}$ (1分)

18. (1) $\frac{mv^2}{2q}$ (2) $E = vB$, 方向垂直导体板向下

$$(3) \frac{1}{2}mv^2 + qBvd$$

【命题点】带电粒子在电、磁场中的运动

【解析】(1) 根据功能关系 $qU = \frac{1}{2}mv^2$ (2分)

$$\text{得 } U = \frac{mv^2}{2q}$$
 (1分)

(2) 电场力与洛伦兹力平衡 $Eq = qvB$ (1分)

$$\text{得 } E = vB$$
 (1分)

方向垂直导体板向下 (1分)

(3) 电场力做正功, 根据功能关系 $E_k = qU + Eqd$ (2分)

$$\text{得 } E_k = \frac{1}{2}mv^2 + qBvd$$
 (1分)

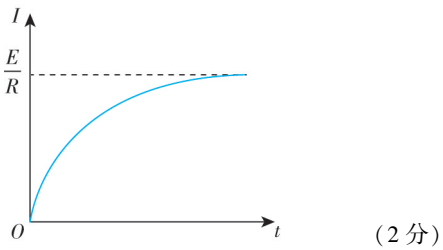
19. (1) $\frac{G}{k}$ (2) 见解析 (3) 见解析

【命题点】类比法

【解析】(1) 当物体下落速度达到最大速度 v_m 时, 加速度为零, 则有 $G = kv_m$ (2分)

$$\text{可得物体下落的最大速率 } v_m = \frac{G}{k}$$
 (1分)

(2) 类比①式, 由闭合电路欧姆定律有 $E - RI = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$, 由自感规律可知, 线圈产生的自感电动势阻碍电流的增大, 电路稳定后自感现象消失, $I-t$ 图线如图所示 (2 分)



(3) 能量转化的规律如表所示

情境 1	情境 2
	电源提供的电能
	线圈磁场能的增加量
克服阻力做功消耗的机械能	

(3 分)

20. (1) $mg + m \frac{v^2}{l_1}$ (2) 见解析

【命题点】牛顿运动定律和功能关系的综合应用

【解析】(1) 根据牛顿运动定律 $T - mg = m \frac{v^2}{l_1}$ (1 分)

得 $T = mg + m \frac{v^2}{l_1}$ (1 分)

(2) a. 设人在最低点站起前后“摆球”的摆动速度大小分别为 v_1 、 v_2 , 根据功能关系得

$$mgl_1(1 - \cos \theta_1) = \frac{1}{2}mv_1^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$mgl_2(1 - \cos \theta_2) = \frac{1}{2}mv_2^2 \quad (1 \text{ 分})$$

已知 $v_1 = v_2$, 得 $mgl_1(1 - \cos \theta_1) = mgl_2(1 - \cos \theta_2)$ (1 分)

因为 $l_1 > l_2$, 得 $\cos \theta_1 > \cos \theta_2$ (1 分)

所以 $\theta_2 > \theta_1$ (1 分)

b. 设“摆球”由最大摆角 θ 摆至最低点时动能为 E_k , 根据功能关系得 $E_k = mgl_1(1 - \cos \theta)$ (1 分)

“摆球”在竖直平面内做完整的圆周运动, 通过最高点最小速度为 v_m ,

根据牛顿运动定律得 $mg = m \frac{v_m^2}{l_2}$ (1 分)

“摆球”在竖直平面内做完整的圆周运动, 根据功能关系得

$$E_k + \Delta E_k \geq 2mgl_2 + \frac{1}{2}mv_m^2 \quad (2 \text{ 分})$$

得 $\Delta E_k \geq \frac{5}{2}mgl_2 - mgl_1(1 - \cos \theta)$ 。 (1 分)