

物理参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	D	B	C	B	C	C	AB	BC	BC	AD

一、单项选择题(本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项符合题目要求)

1. D 【解析】 γ 射线是电磁波,A 错误。 γ 射线电离能力非常弱,B 错误。原子核发生衰变时,衰变前的质量数等于衰变后的质量数之和,C 错误。D 选项为教材原文,D 正确。

2. B 【解析】在直线起跑蹬冰过程中,冰面对冰刀的作用力与冰刀对冰面的作用力是一对相互作用力,A 错误。在过弯阶段,运动员速率越大,所需要的向心力也越大,此时需向赛道内侧倾斜身体以增大向心力,B 正确。滑动摩擦力的大小与两物体间相对运动的速度大小无关,C 错误。冲线之后,运动员在水平面内受冰面摩擦阻力的影响,速度逐渐减慢直到停下来,D 错误。

3. C 【解析】由题意知,负电荷受电场力向右,故场强方向向左,沿电场线方向,电势逐渐降低,那么 A 点电势低于 B 点电势,A 错误;根据速度时间图像知,电荷的加速度逐渐减小,故场强逐渐减小,D 错误;如果是正点电荷产生的电场,那正点电荷应该在右侧,则 A 点场强会小于 B 点场强,与题目矛盾,B 错误;该负电荷从 A 到 B 过程,电场力做正功,电势能减少,故在 A 点电势能大于在 B 点电势能,C 正确。

4. B 【解析】将负载电阻等效至输电电路中,其等效阻值为 $n^2 R$,由此可求知系统的输电效率为 $\eta = \frac{n^2 R}{n^2 R + R} = \frac{n^2}{n^2 + 1}$,由题意效率需不低于 90%,可以求得 $n \geq 3$ 。

5. C 【解析】装置对小球做的功用于提高小球的机械能(重力势能与动能),设将小球抬升至高度 h 后以初速度 v_0 水平射出,则做的功为 $W = mgh + \frac{1}{2}mv_0^2$ 。对于后续的平抛运动,在水平方向上到达收集孔时,时间为 $t = \frac{l}{v_0}$,同时竖直方向上小球自由落体 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 。联立各式可得 $W = mgh + mg\frac{l^2}{4h}$,这是一个对勾函数,当且仅当 $h = \frac{l^2}{2g}$ 时取到最小值 $W_{\min} = mgl = 40 \text{ J}$ 。

6. C 【解析】当粒子在磁场中的圆周运动半径为 a 时,满足题意。故由 $qvB = m\frac{v^2}{r}$,且 $r = a$,联立解得 $v = \frac{qBa}{m}$,A 错误。由磁发散知识可知,所有粒子进入电场的方向都是沿 y 轴正方向,且速度大小相等,故粒子到达电场的最大高度也都相等。设粒子在电场中运动的最大高度为 L ,则有 $qEL = \frac{1}{2}mv^2$,得 $L = \frac{qB^2 a^2}{2mE}$,则电场的最小面积有 $S = 2aL = \frac{qB^2 a^3}{mE}$,B 错误。由几何知识可知,所有粒子第一次在磁场中运动的轨迹和第二次在磁场中运动的轨迹总和是半个圆,故磁场中运动的时间总和都是相等的,而在电场中的运动时间也相等,故要使粒子从 A 点运动到 C 点的时间最短,就只需要让粒子在磁场和电场之间的中间区域运动时间最短即可。所以,当粒子发射方向沿 x 轴正方向时,粒子从 A 点运动到 C 点的时间最短。在磁场中的运动时间 $t_1 = \frac{\pi a}{v} = \frac{m\pi}{qB}$,在电场中的运动时间 $t_2 = \frac{2mv}{qE} = \frac{2Ba}{E}$,故运动的最短时间 $t = t_1 + t_2 = \frac{m\pi}{qB} + \frac{2Ba}{E}$,C 正确。粒子从 A 点运动到 C 点的整个过程中,取沿 y 轴负方向为正,由动量定理得 $I_{\text{洛}} + Eq_2 = 0$,解得 $I_{\text{洛}} = -2qBa$,负号表示洛伦兹力的冲量方向沿 y 轴正方向,D 错误。

二、多项选择题(本题共 4 小题,每小题 5 分,共 20 分。在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求。全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分)

7. AB 【解析】由题中潮汐锁定的解释可知,卡戎绕冥王星公转一周的时间,恰好等于它自转一周的时间,也等于冥王星自转一周的时间,故冥王星有半个球面始终背对卡戎,观察不到卡戎,A 正确。由第一宇宙速度公式 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ 可知,冥王星与卡戎的第一宇宙速度之比约为 2:1,B 正确。冥王星与卡戎组成的双星系统角速度一样,故卡戎的球心与 O 点的连线在相等的时间内扫过的面积更大一些,C 错误。由双星系统的特点可知,O 点到两星球球心的距离跟星球质量成反比,故 O 点到冥王星球心的距离等于冥王星半径的 $\frac{16}{9}$ 倍,D 错误。

8. BC 【解析】图乙可知 S_1 波波长为 2 m, S_1 波频率 $f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = 1 \text{ Hz}$,

图丙可知 S_2 波波长为 4 m, S_2 波频率 $f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = 0.5 \text{ Hz}$,

可知两列波频率不同,不能形成稳定的干涉,A 错误。

题意知两波在均匀介质中传播速度相同,两波源到 O 点距离相等,所以两列波同时传到 O 点。由图乙可知, S_1 波源起振方向向下,图丙可知 S_2 波源起振方向向上,则两列波在 O 点引起的振动叠加可知, O 点的起振方向向下,故 B 正确。

S_1 波需要 5 s 传到 P 点,再经过 0.5 s 对应半个周期,此时在 P 点位移为 0; S_2 波需要 3 s 传到 P 点,再经过 2.5 s 对应一又四分之一个周期,此时在 P 点位移为 4 cm。因此叠加之后 P 点位于平衡位置上方 4 cm 处,故 C 正确。

波的周期由波源决定,与介质无关,故 D 错误。故选 BC。

9. BC 【解析】气体由状态 A 沿绝热曲线到状态 C 一直对外做正功,且和外界无热量交换,故内能一直减少,对应温度一直降低,A 错误。气体由状态 A 到状态 B 的过程中,温度升高,气体分子的平均速率变大,又因为气体压强保持不变,则气体分子在单位时间内对单位面积的器壁的撞击次数变少,B 正确。气体由状态 A 经曲线 ABC 和 NM 后回到 A,内能不变,但总的过程对外做正功,故要吸收热量,吸收热量的大小对应曲线 MN 和曲线 ABC 所围成的面积大小,而气体沿曲线 NM 由状态 C 到状态 A 的过程中不与外界有热量的交换,故气体由状态 A 沿曲线 ABC 到状态 C 的过程中要吸收热量,C 正确。气体由状态 A 到状态 B 的过程中对外做正功,由状态 B 到状态 C 的过程中外界对气体做正功,D 错误。

10. AD 【解析】从图像可知从 0 到 t_3 时刻两图线与时间轴所夹面积相等,即 t_3 时刻两小球速度大小相等。由动量定理 $2mgt_3 = 2mv_3$,得两球速度大小 $v_3 = gt_3$,设弹簧对球 A 的冲量为 I_A ,以 A 球为对象有 $mgt_3 + I_A = mv_3$,则 $I_A = 0$,A 正确。 t_2 时刻,两小球加速度大小相等,以小球 A、B 整体为对象 $2mg = 2ma$,得 $a = g$ 。设此时弹簧弹力为 T ,以小球 A 为研究对象有 $mg + T = ma$,则 $T = 0$,即弹簧处于原长,弹性势能最小,B 错误。从图乙可知,从 0 到 t_2 时刻两者速度差一直在增大, t_2 时刻达到最大,C 错误。从 0 到 t_1 时刻,以 A、B 两球整体为对象 $2mgt_1 = mv_A + mv_B$,其中 $v_A = S$,化简得 $v_B = 2gt_1 - S$,D 正确。

三、非选择题(本题共 5 小题,共 56 分)

11. (6 分,每空 2 分)(1)2.86 (2)C (3)偏小

【解析】(1)根据逐差法 $a = \frac{(16.29 + 13.43 + 10.59) - (7.72 + 4.88 + 2.01)}{(3 \times 0.1)^2} \times 10^{-2} \text{ m/s}^2 = 2.86 \text{ m/s}^2$ 。

(2)平衡摩擦力过大,会导致 $a-F$ 图像不过原点,不断增加钩码时,由于不能满足砝码和砝码盘的总质量远远小于小车的总质量,故小车受到的合外力不再等于砝码和砝码盘的总质量,因此最后的图像不再是直线,而是曲线。故选 C。

(3)按 50 Hz 计算时代入的周期偏大,得到的加速度偏小。

12. (10 分,每空 2 分)

(1)C

(2)3.07 0.36

(3) = =

【解析】(1)回路总电阻 $R_{\text{总}} = \frac{E}{I_1}$, I_1 的量程只有 1 A,半偏时只有 0.5 A,故回路总电阻约几欧姆~十几欧姆左右,选 C 合适。

(2)当 G 表读数为 0 时,把定值电阻 R_0 和 r 的和即 $r + R_0$ 看作等效内阻,则等效电源路端电压即为 $I_2 R_3$,有 $I_2 R_3 = E - I_1 (R_0 + r)$,设图像直线方程为 $y = kx + b$,斜率 $k = \frac{20}{7}$,且过点 (0.2, 2.5),代入直线方程可以解得 $E = 3.07 \text{ V}$, $r = 0.36 \Omega$

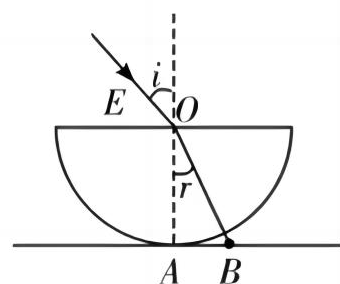
(3)因为 G 表读数为 0,故 $I_2 R_3$ 为等效电源的准确路端电压, I_1 为所测的此等效电源的准确总电流,故所测电动势 E 和内电阻 r 均为准确值。

13. (11 分)(1) $n = \sqrt{2}$ (2) $t = \frac{(3 + \sqrt{3})R}{3c}$

【解析】(1)当光线经球心 O 入射时,光路图如图所示

根据折射定律有 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ (1 分)

又 $\sin r = \frac{AB}{\sqrt{OA^2 + AB^2}}$ (1 分)



解得 $n = \sqrt{2}$ (2分)

(2) 当光线入射点平移到 E 点, 在 D 点发生全反射时,

有 $\sin \angle EDO = \frac{1}{n}$, 解得 $\angle EDO = 45^\circ$ (1分)

又因为 $\angle OED = 90^\circ - r = 60^\circ$

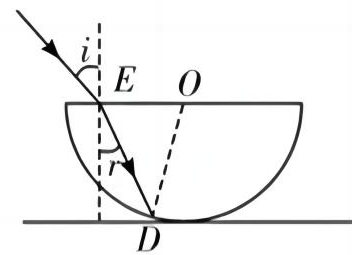
那么 $\angle EOD = 180^\circ - \angle OED - \angle ODE = 75^\circ$ (1分)

在 $\triangle EDO$ 中, 由正弦定理得 $\frac{DE}{\sin \angle DOE} = \frac{OD}{\sin \angle OED}$ (1分)

解得 $DE = \frac{(3\sqrt{2} + \sqrt{6})R}{6}$ (1分)

又因为 $t = \frac{DE}{v}$, 其中 $n = \frac{c}{v}$ (1分)

解得 $t = \frac{(3 + \sqrt{3})R}{3c}$ (2分)



14. (13分) (1) $\frac{9}{25}H$ (2) $v_0 = \frac{3}{4}\sqrt{2gH}$ (3) $\frac{m_B}{m_A} = \frac{5}{4}$

【解析】(1) 方法一: 设小球 A 与地毯碰前的瞬时速率为 v , 从自由释放到落点前瞬间由机械能守恒定律得

$mgH = \frac{1}{2}mv^2$ (1分)

设第一次碰后小球 A 上升的最大高度为 h , 依题意有碰后的瞬时速率为 $\frac{4}{5}v$,

则碰后反弹到最高点有 $\frac{1}{2}m\left(\frac{4}{5}v\right)^2 = mgh$ (1分)

则第一次反弹的最高点到释放点 P 的距离为 $\Delta y = H - h = \frac{9}{25}H$ (2分)

方法二: 设小球 A 与地毯碰前的瞬时速率为 v , 从自由释放到落点前瞬间由自由落体得 $v^2 = 2gH$ (1分)

设第一次碰后小球 A 上升的最大高度为 h , 依题意有碰后的瞬时速率为 $\frac{4}{5}v$,

则碰后反弹到最高点有 $\left(\frac{4}{5}v\right)^2 = 2gh$ (1分)

则第一次反弹的最高点到释放点 P 的距离为 $\Delta y = H - h = \frac{9}{25}H$ (2分)

(2) 方法一: 当小球 A 自由下落的初速度为 v_0 时, 其与地毯碰前的瞬时速度为 v' ,

由机械能守恒得 $\frac{1}{2}m(v'^2 - v_0^2) = mgH$ (1分)

反弹后小球 A 恰好回到释放点 P, 则有 $\frac{1}{2}m\left(\frac{4}{5}v'\right)^2 = mgH$ (1分)

联立得 $v_0 = \frac{3}{4}\sqrt{2gH}$ (2分)

方法二: 当小球 A 自由下落的初速度为 v_0 时, 其与地毯碰前的瞬时速度为 v' ,

由运动学公式得 $v'^2 - v_0^2 = 2gH$ (1分)

反弹后小球 A 恰好回到释放点 P, 则有 $\left(\frac{4}{5}v'\right)^2 = 2gH$ (1分)

联立得 $v_0 = \frac{3}{4}\sqrt{2gH}$ (2分)

(3) 设小球 B 与地毯碰前的瞬时速率为 v , 则与地毯碰后的速率为 $\frac{4}{5}v$, 此时小球 A 的速率为 v , 由于小球 A 和小球

B 之间的碰撞为弹性碰撞, 则由动量守恒(取竖直向上为正)和机械能守恒得 $\frac{4}{5}m_B v - m_A v = m_B v_B' + m_A v_A'$ (1分)

$\frac{1}{2}m_B\left(\frac{4}{5}v\right)^2 + \frac{1}{2}m_A v^2 = \frac{1}{2}m_B v_B'^2 + \frac{1}{2}m_A v_A'^2$ (1分)

碰后小球 A 恰好回到释放点 P, 则有 $v_A'^2 = 2gH$ $v = v_A'$ (1分)

联立上述各式, 得 $\frac{m_B}{m_A} = \frac{5}{4}$ (2分)

15. (16分)(1) $a = \frac{BIL}{m}$, 方向水平向右 (2) $d = \frac{4mRu_0}{3B^2L^2}$ (3) $U_C = \frac{BLv_0}{9}$, $W_F = \frac{CB^2L^2v_0^2}{27}$

【解析】(1)由题意电源能提供大小为 I 的恒定电流,当电流由 M 经棒流向 N 时

由牛顿第二定律得 $BIL = ma$ (1分)

得 $a = \frac{BIL}{m}$ (2分)

方向水平向右 (1分)

(2)方法一:当开关与 P 接通时 $I_1 = \frac{BLv_0}{2R}$, 且 $I_1 = neSu_0$

当电子沿杆定向移动速率变为 $\frac{u_0}{3}$ 时, $I_2 = \frac{BLv}{2R}$, $I_2 = \frac{neSu_0}{3}$

联立可得此时导体棒的速度 $v = \frac{v_0}{3}$ (1分)

以金属棒 MN 为研究对象.设电子沿杆定向移动的距离为 d ,

沿水平方向动量定理有 $-iBL = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 即 $-iBL\Delta t = m\Delta v$ (1分)

而 $i = neSu_i$, 代入得 $-\sum neSBLu_i \Delta t = \sum m\Delta v$ (1分)

两边累加求和得 $neSBLd = m \frac{2v_0}{3}$ (1分)

而 $\frac{BLv_0}{2R} = neSu_0$, 即 $neS = \frac{BLv_0}{2Ru_0}$ (1分)

得 $d = \frac{4mu_0R}{3B^2L^2}$ (1分)

方法二:当开关与 P 接通时 $I_1 = \frac{BLv_0}{2R}$, 且 $I_1 = neSu_0$

当电子沿杆定向移动速率变为 $\frac{u_0}{3}$ 时, $I_2 = \frac{BLv}{2R}$, $I_2 = \frac{neSu_0}{3}$

联立可得此时导体棒的速度 $v = \frac{v_0}{3}$ (1分)

设该段时间内导体棒中的电子沿棒方向定向移动的平均速度为 \bar{u} , 则对导体棒由水平方向动量定理得

$nSLeB\bar{u}_y \Delta t = m(v_0 - \frac{v_0}{3})$ (2分)

其中 $\bar{u}_y \Delta t = d$

所以有 $d = \frac{2mv_0}{3nSLeB}$ (1分)

又因为 $\frac{BLv_0}{2R} = neSu_0$ (1分)

所以得 $d = \frac{4mu_0R}{3B^2L^2}$ (1分)

(3)当开关与 Q 接通时,由闭合电路欧姆定律得 $BL \frac{v_0}{3} = 2iR + U_C$ (1分)

当棒匀速运动时,设任意时刻电流为 i , 则外力为 $F = iBL$

由题意得 $F \frac{v_0}{3} = iBL \frac{v_0}{3} = 3i^2R$, 化简有 $iR = \frac{BLv_0}{9}$ (1分)

再代入闭合电路欧姆定律,得 $U_C = \frac{BLv_0}{9}$ (1分)

变力 F 做功为 $W_F = \sum iBL \frac{v_0}{3} (\Delta t) = \sum \frac{BLv_0}{3} (\Delta q)$ (1分)

而 $\sum \Delta q = CU_C = \frac{CBLv_0}{9}$ (1分)

则有 $W_F = \frac{CB^2L^2v_0^2}{27}$ (1分)