参考答案与详解

2024 年普通高等学校招生全国统一考试（全国甲卷） · 物理

本站自编 | 共 16 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．答案：C

根据核反应前后质量数守恒和电荷数守恒：

$6\times 2=2\times 4+x+y$，$6\times 1=2\times 2+y$。

由电荷数方程得 $y=2$，代入质量数方程得 $x=2$。故选 C。

2．答案：D

设 P 的质量为 M，所受摩擦力为 f。对 P 和砝码盘组成的系统，由牛顿第二定律：

$mg-f=(M+m)a$，得 $a=\frac{mg-f}{M+m}=g-\frac{f+Mg}{M+m}$。

当 $mg\le f$ 时 P 不动，$a=0$；当 $mg>f$ 后，a 随 m 增大而增大，且 $m\to\infty$ 时 $a\to g$，图线为斜率逐渐减小的曲线，对应 D。故选 D。

3．答案：D

A．环月飞行时样品做圆周运动，合力提供向心力，不为零，A 错误。

B．样品静止在月球表面时，对月面的压力大小等于样品在月球表面所受重力，不为零，B 错误。

C．质量是物体的固有属性，不随位置改变，C 错误。

D．月球表面重力加速度约为地球的 $\frac{1}{6}$，同一物体在月球表面所受重力较小，故对月面的压力小于在地球表面对地面的压力，D 正确。故选 D。

4．答案：C

设大圆环半径为 R，小环与圆心连线和竖直向上方向的夹角为 θ。由机械能守恒：

$mgR(1-\cos\theta)=\frac{1}{2}mv^2$。

在径向，大圆环对小环的弹力 F 满足 $F+mg\cos\theta=m\frac{v^2}{R}$，联立得 $F=2mg-3mg\cos\theta$。

从顶端到 Q 的过程中，θ 由 0 增大到 $\frac{\pi}{2}$，F 先减小；越过 $F=0$ 的位置后反向增大。由牛顿第三定律，小环对大圆环的作用力大小先减小后增大。故选 C。

5．答案：B

图中 Q_1 附近电势为正，故 Q_1 带正电；Q_2 附近电势为负，故 Q_2 带负电。

取图中电势为零的等势线，其上某点到 Q_1、Q_2 的距离之比约为 $r_1:r_2=6:3=2:1$。

由 $k\frac{Q_1}{r_1}+k\frac{Q_2}{r_2}=0$，得 $\frac{Q_1}{Q_2}=-\frac{r_1}{r_2}=-2$。故选 B。

6．答案：AC

理想变压器副线圈电压 U_2 由匝数比决定。T 向 a 端移动时副线圈匝数增加，U_2 增大；T 向 b 端移动时匝数减少，U_2 减小。

A．T 不动，R 的滑片向 f 端滑动，R 接入电阻减小，副线圈电流增大，R_1 的热功率 $P=I^2R_1$ 增大，A 正确。

B．T 向 b 端移动，U_2 减小，R 不变，电流减小，R_1 功率减小，B 错误。

C．T 向 a 端移动，U_2 增大，同时 R 的滑片向 f 端滑动使总电阻减小，电流增大，R_1 功率增大，C 正确。

D．T 向 b 端移动使 U_2 减小，R 的滑片向 e 端滑动使总电阻增大，电流减小，R_1 功率减小，D 错误。故选 AC。

7．答案：BD

A．$t=0.15$ s 时蹦床对运动员的弹力最大，蹦床形变量最大，运动员处于最低点，重力势能最小，A 错误。

B．由图像可知运动员从 $t=0.30$ s 离开蹦床到 $t=2.3$ s 再次落到蹦床，经历时间 2 s；由竖直上抛运动的对称性，上升时间为 1 s，故 $t=0.30$ s 时速度大小 $v=g\times 1$ s $=10$ m/s，B 正确。

C．运动员在 $t=1.3$ s 时到达最高点，$t=1.00$ s 时仍在上升，C 错误。

D．落到蹦床时速度大小也为 10 m/s，以竖直向上为正方向，由动量定理 $(F-mg)\Delta t=mv-(-mv)$，其中 $\Delta t=0.3$ s，得 $F=4600$ N，由牛顿第三定律，对蹦床的平均作用力大小为 4600 N，D 正确。故选 BD。

8．答案：AC

设线框上边框进入磁场时的速度为 v，线框质量为 M，物块质量为 m。线框进入磁场时，感应电流产生的安培力阻碍相对运动，线框做加速度减小的减速运动。

若初速度较小，线框速度趋近于零，速度—时间图线为斜率逐渐减小的曲线，A 可能正确。

若线框质量与物块质量相等，线框进入磁场后可能先减速，安培力随速度减小而减小，当加速度为零时线框匀速运动；完全进入磁场后无感应电流，线框再次做匀加速运动；离开磁场时安培力反向，又做加速度减小的减速运动，C 可能正确。

B、D 图线中出现不可能的速度突变或匀速段，均不符合实际。故选 AC。

9．答案：（1）5.0 N；（2）失重；1.0 m/s^2

（1）弹簧测力计的分度值为 0.5 N，指针指在 5.0 N 处，读数为 5.0 N。

（2）电梯静止时 $G=mg=5.0$ N。上行时示数 $T=4.5$ N $<G$，物体处于失重状态。

由牛顿第二定律 $mg-T=ma$，得 $a=\frac{mg-T}{m}=\frac{5.0-4.5}{5.0/9.8}$ m/s$^2\approx 1.0$ m/s^2。

10．答案：（1）电压表并联在传感器两端，毫安表串联在电路中（连线如图）；（2）a；（3）1.40 V；（4）17

（1）为测量传感器两端电压，电压表应与传感器并联；为测量流过传感器的电流，毫安表应串联在电路中。

（2）滑动变阻器采用分压接法，闭合开关前应使传感器两端电压为零，滑片应滑到 a 端。

（3）电压表分度值为 0.1 V，需估读到分度值下一位，读数为 1.40 V。

（4）由 $U-I$ 图线可知，$U=1.50$ V 时对应的氧气含量约为 17%。

11．答案：（1）20 m/s；（2）680 m

（1）救护车匀加速运动的末速度 $v=at_1=2\times10$ m/s $=20$ m/s。

（2）加速阶段位移 $x_1=\frac{1}{2}at_1^2=\frac{1}{2}\times2\times10^2$ m $=100$ m。

设 t_3 时刻停止鸣笛，此时车距出发处 $x=x_1+v(t_3-t_1)=100+20(t_3-10)$。

最后一声鸣笛传到出发处的时间为 $\frac{x}{v_0}$，故 $t_3+\frac{x}{v_0}=t_2$，即 $t_3+\frac{100+20(t_3-10)}{340}=41$。

解得 $t_3=39$ s，$x=100+20\times29$ m $=680$ m。

12．答案：（1）$\frac{v_0}{2}$；（2）$U=\frac{BLv_0}{4}$，$W=\frac{CB^2L^2v_0^2}{8}$

（1）S 闭合时，金属棒达到最大速度 v_0 时外力与安培力平衡：$F=F_A=BIL$，$I=\frac{BLv_0}{R}$，故 $F=\frac{B^2L^2v_0}{R}$。

设金属棒速度为 v 时，外力功率 $P_F=Fv=\frac{B^2L^2v_0}{R}v$，定值电阻功率 $P_R=I^2R=\frac{B^2L^2v^2}{R}$。

由 $P_F=2P_R$，得 $v=\frac{v_0}{2}$。

（2）断开 S 后，金属棒匀速运动，电容器与电阻串联，$E=BLv=IR+\frac{q}{C}$。

当 $P_F=2P_R$ 时，$BILv=2I^2R$，得 $IR=\frac{BLv}{2}$，故 $U_C=\frac{q}{C}=E-IR=\frac{BLv}{2}=\frac{BLv_0}{4}$。

由 $q=CU_C=\frac{CBLv_0}{4}$，外力做功 $W=BLvq=\frac{CB^2L^2v_0^2}{8}$。

13．答案：ACD

A．同种液体的饱和气压随温度升高而增大，a 中水温最低，饱和气压最小，A 正确。

B．a 中水温低于 b 中水温，a 中饱和气压小于 b 中饱和气压，B 错误。

C．c、d 中水温相同，饱和气压相等，C 正确。

D．a、b 中试管内外水面高度差相同，试管内气体压强均为 $p=p_0+\rho g\Delta h$，D 正确。

E．d 中试管内水面高于试管外水面，管内气体压强 $p_d=p_0-\rho g\Delta h$，小于 c 中压强，E 错误。故选 ACD。

14．答案：（1）100 N；（2）327 K

（1）活塞从 a 到 b 过程中气体做等温变化。初态 $p_1=1.0\times10^5$ Pa，$V_1=S\cdot11ab$；末态 $V_2=S\cdot10ab$。

由 $p_1V_1=p_2V_2$，得 $p_2=1.1\times10^5$ Pa。

对活塞由平衡条件 $F+p_0S=p_2S+N$，得

$N=F+(p_0-p_2)S=200-(1.1-1.0)\times10^5\times1.0\times10^{-2}$ N $=100$ N。

（2）加热后活塞刚好离开卡销 b 时，气体压强 $p_3S=F+p_0S$，故 $p_3=1.2\times10^5$ Pa。

由等容过程 $\frac{p_2}{T_2}=\frac{p_3}{T_3}$，$T_2=300$ K，得 $T_3=\frac{p_3}{p_2}T_2=\frac{1.2}{1.1}\times300$ K ≈327 K。

15．答案：ACD

A．由波形图可知波长 $\lambda=2$ m，波速 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{2}{2}$ m/s $=1.0$ m/s，A 正确。

B．$t=0$ 时质点 b 向 y 轴负方向运动，由波形平移法可知波沿 x 轴负方向传播，B 错误。

C．质点 a、c 平衡位置相距半个波长，振动步调相反，$t=0.25$ s 时运动方向相反，C 正确。

D．$t=0$ 时质点 a 在波峰，经过 0.5 s $=\frac{T}{4}$ 到达平衡位置并向 y 轴负方向运动，D 正确。

E．$t=0$ 时质点 b 在平衡位置向 y 轴负方向运动，经过 1.5 s $=\frac{3T}{4}$ 到达波峰，速率为零，E 错误。故选 ACD。

16．答案：$\frac{h}{R}=\frac{\sqrt{2+\sqrt{2}}}{2}$

设光线在圆弧面上的入射角为 α，折射角为 β，在 BC 面上的临界角为 C。

由折射定律 $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=n=\sqrt{3}$，且 $\sin C=\frac{1}{n}=\frac{\sqrt{3}}{3}$，$\cos C=\frac{\sqrt{6}}{3}$。

由几何关系 $\alpha=\beta+C$，故 $\sin(\beta+C)=\sqrt{3}\sin\beta$。

展开得 $\sin\beta\cos C+\cos\beta\sin C=\sqrt{3}\sin\beta$，即 $\frac{\sqrt{6}}{3}\sin\beta+\frac{\sqrt{3}}{3}\cos\beta=\sqrt{3}\sin\beta$。

化简得 $\tan\beta=\frac{1}{3-\sqrt{2}}$，从而 $\sin\beta=\frac{1}{\sqrt{12-6\sqrt{2}}}$。

又 $h=R\sin\alpha=R\sqrt{3}\sin\beta$，故 $\frac{h}{R}=\sqrt{\frac{1}{4-2\sqrt{2}}}=\frac{\sqrt{2+\sqrt{2}}}{2}$。