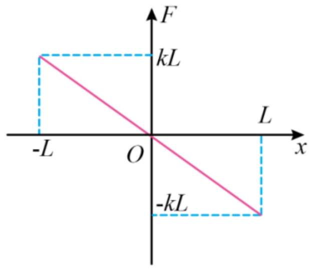
2026届高三物理专题复习参考答案

能量分析专题参考答案

1、（1）a．如图所示



图像与坐标轴围成的面积即表示功的大小，其面积大小为

$S=-\frac{1}{2}kL\times L=-\frac{1}{2}kL^2$，由于弹力方向与位移方向均与规定的正方向相反，则故弹簧对小球所做的功$W=-S=\frac{1}{2}kL^2$

b．由动能定理可得$\frac{1}{2}kL^2=\frac{1}{2}mv^2$

以水平向左为正方向，根据动量定理则有$I=mv-0$，联立解得$I=L\sqrt{mk}$

（2）a．在$x=a$处时，小球的动量为零，则小球的速度为零，动能为零，则有$E=\frac{1}{2}ka^2$

解得半长轴$a=\sqrt{\frac{2E}{k}}$

在$p=b$处弹簧的弹性势能为零，则有$E=\frac{1}{2}mv^2=\frac{p^2}{2m}$，解得$p=\sqrt{2mE}$，即半短轴$b=\sqrt{2mE}$

b．将上述结论代入椭圆的面积公式$S=\pi ab=\pi\cdot\sqrt{\frac{2E}{k}}\cdot\sqrt{2mE}=2\pi E\sqrt{\frac{m}{k}}$，即有$E=\frac{S}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

椭圆的面积减小为原来的90%，系统的能量$E'=\frac{90\%S}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}=0.9E$

由功能关系可得，克服阻力所做的功$W=E-E'=0.1E$

所以这段时间内克服微小阻力做功的平均功率$P=\frac{W}{t}=\frac{0.1E}{T}=\frac{E}{10T}$

2、（1）根据图像可知$E_{pG}=mg\left(h-x\right)$

根据图像可以解得起点离地高度h_0=1m，下降到最低点位移为x_0=0.5m

所以最低点的重力势能$E_{pa}=mg\left(h_0-x_0\right)$，解得$E_{pa}=5\text{J}$

（2）从小球开始下落至最低点的过程中用能量守恒可得$E_{\text{pG减}}=E_{\text{pN增}}+W_{\text{f克}}$

其中$E_{\text{pG减}}=10\text{J}-5\text{J}=5\text{J}$，$E_{\text{pN增}}=4\text{J}$，$W_{\text{f克}}=fx_0$，解得$f$=2N

（3）由图可知最大弹性势能$E_{p\text{弹m}}=4\text{J}$，根据题意有$E_{p\text{弹}m}=\frac{1}{2}kx_1^2$

其中$x_1=0.5\text{m}-0.1\text{m}=0.4\text{m}$，解得$k=50\text{N/m}$

小球下落到最低点的过程中动能的最大值为a=0的时候，此时有$kx_2+f=mg$，解得$x_2=0.16\text{m}$

可知小球从开始到下落到v最大的时有$h=0.1\text{m}+x_2$

根据动能定理有$mgh-fh-\frac{1}{2}kx_2^2=E_{\text{k max}}-0$，解得$E_{\text{km}}=1.44\text{J}$

3、（1）根据功的公式得静电力对试探电荷所做的功$W=qEl\cos\theta$

（2）a．由B随时间t的变化关系图可知，磁场随时间在均匀的增大，根据楞次定律可知，感应

电流的方向为顺时针，所以感生电场的方向为顺时针，再根据法拉第电磁感应定律有 $E=S\frac{\Delta B}{\Delta t}=\pi r^2\frac{2B_0}{T_0}=\frac{2\pi r^2B_0}{T_0}$

b. 电子运动一周感生电场力对电子做正功，有 $W'=eE=F\cdot 2\pi r$，得感生电场力的大小 F，$F=\frac{reB_0}{T_0}$

静电场的电场线是不闭合的曲线，沿电场线方向电势逐渐降低，而涡旋电场是闭合曲线，所以不能像静电场一样建立“电势”的概念。

练习：A

4、（1）对金属棒受力分析，当受力平衡时，具有最大速度，即 $mg=F_{安}$

又 $F_{安}=BId$，$I=\frac{E}{R}=\frac{Bdv_1}{R}$，联立，解得 $v_1=\frac{mgR}{B^2d^2}$

由能量守恒定律：$mgh_0=\frac{1}{2}mv_1^2+Q$，则 $Q=mgh_0-\frac{m^3g^2R^2}{2B^4d^4}$

（2）由能量守恒定律，可得 $mgh=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}CU_0^2$，又 $U_0=Bdv$，联立，解得 $h=\frac{m+CB^2d^2}{2mgB^2d^2}U_0^2$

（3）设金属棒下落速度为 v，根据题意有 $Bdv=L\frac{\Delta I}{\Delta t}$

设金属棒速度达到最大值 v_2 时，电流为 I_0，有 $mg=BI_0d$

设该过程金属棒下落的高度为 x_0，根据能量守恒定律有 $mgx_0=\frac{1}{2}mv_2^2+\frac{1}{2}LI_0^2$

又 $Bdv\Delta t=L\Delta I$，可得 $Bdx_0=LI_0$，联立，解得 $v_2=\frac{g\sqrt{mL}}{Bd}$

（4）186J

5、（1）在小球 1 下落过程，依据动能定理有 $mgh=\frac{1}{2}mv_0^2$　　可得 $v_0=\sqrt{2gh}$

弹性碰撞过程中，以 v_0 的方向为正方向，机械能和动量均守恒 $mv_0=mv_1+mv$、

$\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}mv^2$　　联立可得 $v=v_0=\sqrt{2gh}$

（2）a.如图

b.可将细圆线圈视为由许多小段通电直导线组成，所有小段通电导线在径向磁场 B_r 作用下安培力方向均向右，将每一小段通电导线受到的安培力求和，即为周长为 $2\pi r$ 的细圆线圈（即弹头）受到的总安培力可得 $F=2\pi rIB_r$

c.为使弹头 3 获得理论上的速度上限，应将弹头 1 放到左侧足够远处，且保证两弹性圆柱也足够长。

设弹头 1 运动到载流线圈 1 处的速度大小为 v_1，根据能量守恒可得 $0+0=-\pi r^2IB_0+\frac{1}{2}mv_1^2$

弹头 1 与弹性圆柱之间发生弹性碰撞，设碰后弹头 1 和弹性圆柱的速度大小分别为 v_1' 和 v_2'，根据弹性碰撞过程中，以 v_1 的方向为正方向，机械能和动量均守恒，则有 $mv_1 = mv_1' + mv_2'$、$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}mv_2'^2$，可得 $v_1'=0$，$v_2' = v_1$

即速度发生交换。同理，左侧的弹性圆柱与弹头 2 之间弹性碰撞后，速度也交换，弹头 2 获得速度 v_1 继续向右运动。

与上述过程类似，设弹头 2 运动到载流线圈 2 处的速度大小为 v_2，根据能量守恒可得 $0+\frac{1}{2}mv_1^2 = -\pi r^2 IB_0 + \frac{1}{2}mv_2^2$，接下来弹头 2 与右侧弹性圆柱交换速度、右侧弹性圆柱与弹头 3 交换速度，弹头 3 获得的最速度上限为 $v_m = v_2 = \sqrt{\frac{4\pi r^2 IB_0}{m}}$

6、（1）探测器绕星球沿圆轨道匀速率运行时，万有引力提供向心力 $\frac{GMm}{r^2} = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$

即 $\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} = k$　可得 $M = \frac{4\pi^2 k}{G}$

（2）氙离子经加速电压 U 加速后，相对探测器的速度大小为 v，根据动能定理得 $qU = \frac{1}{2}mv^2$

在 t 时间内喷出氙离子质量为 $\Delta m = nmt$　根据动量定理得 $Ft = \Delta m \cdot v$　联立解得 $F = n\sqrt{2mqU}$

根据牛顿第三定律知：探测器获得的反冲作用力大小为 $F' = F = n\sqrt{2mqU}$

探测器质量随时间的变化规律为 $M = M_0 - nmt$

探测器加速度 a 随时间 t 的变化规律为 $a = \frac{F}{M} = \frac{n\sqrt{2mqU}}{M_0 - nmt}$

（3）①设探测器绕过行星后，行星速率为 v_2'，以行星运动方向为正方向，根据动量守恒定律得 $M_2 v_2 - m_1 v_1 = M_2 v_2' + m_1 v_1'$，根据机械能守恒定律得 $\frac{1}{2}M_2 v_2^2 + \frac{1}{2}m_1 v_1^2 = \frac{1}{2}M_2 v_2'^2 + \frac{1}{2}m_1 v_1'^2$

联立解得 $v_1' = \frac{M_2 - m_1}{M_2 + m_1}v_1 + \frac{2M_2}{M_2 + m_1}v_2$，由于 $m_1 \ll M_2$　得 $v_1' = v_1 + 2v_2$。

②行星与探测器相互作用时，发生动量和能量的转化。由于行星与探测器相对运动，行星具有较大的轨道速率，且 $m \ll M$，行星动能（或动量）损失很小，探测器却获得了较大的速率。

7、（1）a．根据质量数和质子数守恒，则铀核衰变方程为 ${}^{238}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\mathrm{Th} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$

b．设质子和中子的质量均为 m，衰变后氦核的速度为 v_1，钍核的速度为 v_2，选氦核的运动方向为正方向，根据动量守恒定律得 $4mv_1 - 234mv_2 = 0$

解得钍核的速度大小为$v_2=\frac{2}{117}v_1$，又$E=\frac{1}{2}\cdot 4mv_1^2$，则反冲的钍核的动能$E_k=\frac{1}{2}\cdot 234mv_2^2=\frac{2}{117}E$

（2）滑块 A 和 B 系统动量守恒，设弹簧恢复原长时，滑块 A 和 B 的速度分别为v_A和v_B，选取滑块 A 运动方向为正方向，则根据动量守恒定律可得$mv_A-Mv_B=0$

又由能量守恒定律可知，弹簧弹性势能为$E_p=\frac{1}{2}mv_A^2+\frac{1}{2}Mv_B^2$

则滑块 A 获得的动能为$E_{kA}=\frac{1}{2}mv_A^2=\frac{{p_A}^2}{2m}=\frac{E_p}{1+\frac{m}{M}}$

m 和 E_p 均为定值，因此滑块 B 的质量 M 越大，剪断轻绳，当弹簧恢复原长时，滑块 A 获得的动能就越大。

（3）卫星喷气的过程中，可认为卫星和喷出的气体所组成的系统动量守恒，设喷气前卫星沿椭圆轨道运动的速度为v_0，喷出后卫星的速度为 v，以喷气前卫星运动方向为正方向，根据动量守恒定律，有$Mv_0=(M-\Delta m)v+\Delta m(v-u)$，解得$v=\frac{\Delta m}{M}u+v_0$

由上式可知，卫星在椭圆轨道上运动速度v_0大的地方喷气，喷气后卫星的动能$E_k=\frac{1}{2}(M-\Delta m)v^2$也就越大，因此卫星应该在其速率最大的近地点处点火喷气。

8、（1）当风垂直流向风轮机时，提供的风能功率最大，令此时风轮机叶片旋转扫过的面积为 S，则单位时间内垂直流向叶片旋转面积的气体质量$m=\rho vS$

风力发电机的最大功率$P_m=\frac{1}{2}mv^2$，解得$P_m=\frac{1}{2}\rho Sv^3$

由于风力发电机的输出电功率 P 与最大接收功率 P_m 成正比，则风力发电机的输出功率为

$$P_2=\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^3P_1=\left(\frac{10}{15}\right)^3\times 2.7\times 10^4\,\mathrm{kW}=8\times 10^3\,\mathrm{kW}$$

则最低年发电量约为$W=P_2t=8\times 10^3\times 6000\,\mathrm{kW\cdot h}=4.8\times 10^7\,\mathrm{kW\cdot h}$

（2）驱动电机的输出功率$P=UI$

当阳光垂直于电池板入射时，所需板面积最小，设其为 S，距离太阳中心为 r 的球面面积$S_0=4\pi r^2$

设太阳能电池板实际接收到的太阳能功率为$P_板$，则有$\frac{}{P_0(1-30\%)}=\frac{}{S_0}$

根据题意有$P=0.32P_板$，所以电池板的最小面积$S=\frac{4\pi r^2P}{0.32\times 0.7P_0}\approx 101\mathrm{m}^2$

我的思考：电池板的面积远远大于电动客车的车顶面积，所以用太阳能电池板直接驱动汽车是困

难的。但可以利用太阳能给具备储能功能的电池充电，待容纳的电量足够时就可以驱动汽车对外做功。

（3）设用电低谷阶段电站消耗的总电能为$E_{总}$，压缩机组对气体做功$W=E_{总}\cdot 90\%$

气体向外界传递的热量$Q=E_{总}\cdot 80\%$

根据热力学第一定律可知，气体增加的内能$\Delta U=W+(-Q)$

其中ΔU等于 5 千瓦时，解得$E_{总}$等于 50 万千瓦时。根据题意可知，当完成一次压缩时的发电量$E_{出}$等于 30 万千瓦时，则该电站输入、输出电能转化效率$\eta=\dfrac{E_{出}}{E_{总}}\cdot 100\%=60\%$