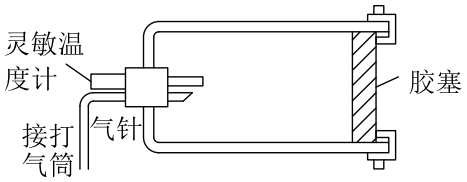
2007 年四川理综

1. 如图所示，厚壁容器的一端通过胶塞插进一只灵敏温度计和一根气针，另一端有个用卡子卡住的可移动胶塞。用打气筒慢慢向容器内打气，使容器内的压强增大到一定程度，这时读出温度计示数。打开卡子，胶塞冲出容器后（C）



A. 温度计示数变大，实验表明气体对外界做功，内能减少

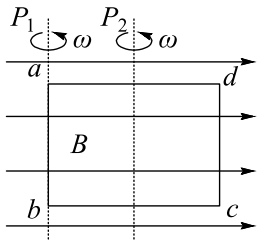
B. 温度计示数变大，实验表明外界对气体做功，内能增加

C. 温度计示数变小，实验表明气体对外界做功，内能减少

D. 温度计示数变小，实验表明外界对气体做功，内能增加

> 胶塞冲出容器口后，气体体积迅速增大，气体对外做功；由于容器壁厚、导热性差且过程时间短，可认为气体来不及与外界交换热量（$Q \approx 0$）。由热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$，$W < 0$，故内能减小、温度降低，温度计示数变小，C 正确。

2. 如图所示，矩形线圈 $abcd$ 在匀强磁场中可以分别绕垂直于磁场方向的轴 P_1 和 P_2 以相同的角速度匀速转动，当线圈平面转到与磁场方向平行时（A）



A. 线圈绕 P_1 转动时的电流等于绕 P_2 转动时的电流

B. 线圈绕 P_1 转动时的电动势小于绕 P_2 转动时的电动势

C. 线圈绕 P_1 和 P_2 转动时电流的方向相同，都是 $a \to b \to c \to d$

D. 线圈绕 P_1 转动时 dc 边受到的安培力大于绕 P_2 转动时 dc 边受到的安培力

> 只要转动轴垂直于磁场，线圈绕 P_1、P_2 转动时产生的瞬时电动势均为 $E = NBS\omega$，回路电阻一定，故电流相同，A 正确、B 错误。由右手定则，两种情况下电流方向均为 $a \to d \to c \to b$，C 错误。由 $F = BIL$，电流相同、dc 边长度相同，安培力相等，D 错误。

3. 关于天然放射现象，下列说法正确的是（D）

A. 放射性元素的原子核内的核子有半数发生变化所需的时间就是半衰期

B. 放射性物质放出的射线中，α 粒子动能很大，因此贯穿物质的本领很强

C. 当放射性元素的原子的核外电子具有较高能量时，将发生 β 衰变

D. 放射性的原子核发生衰变后产生的新核从高能级向低能级跃迁时，辐射出 γ 射线

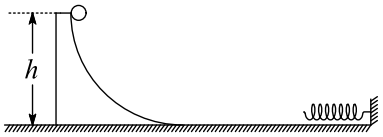
> 半衰期是大量放射性元素的原子核有半数发生衰变所需的时间，不是核子数目的变化，A 错误；三种射线中 γ 射线贯穿本领最强，α 粒子电离本领强但贯穿本领弱，B 错误；β 衰变的电子来自原子核内部，不是核外电子，C 错误；放射性原子核衰变后产生的新核从高能级向低能级跃迁时辐射出 γ 射线，D 正确。

4. 我国探月的“嫦娥工程”已启动，在不久的将来，我国宇航员将登上月球。假如宇航员在月球上测得摆长为 l 的单摆做小振幅振动的周期为 T，将月球视为密度均匀、半径为 r 的球体，则月球的密度为 (B)

A. $\frac{\pi l}{3GrT^2}$　　B. $\frac{3\pi l}{GrT^2}$　　C. $\frac{16\pi l}{3GrT^2}$　　D. $\frac{3\pi l}{16GrT^2}$

> 由单摆周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g_0}}$ 得月球表面重力加速度 $g_0=\frac{4\pi^2 l}{T^2}$；由 $\frac{GMm}{r^2}=mg_0$ 得月球质量 $M=\frac{g_0 r^2}{G}$；月球体积 $V=\frac{4}{3}\pi r^3$，故密度 $\rho=\frac{M}{V}=\frac{3\pi l}{GrT^2}$，B 正确。

5. 如图所示，弹簧的一端固定在竖直墙上，质量为 m 的光滑弧形槽静止在光滑水平面上，底部与水平面平滑连接，一个质量也为 m 的小球从槽高 h 处开始自由下滑 (C)



A. 在以后的运动过程中，小球和槽的动量始终守恒

B. 在下滑过程中小球和槽之间的相互作用力始终不做功

C. 在弹簧反弹后，小球和槽都做速率不变的直线运动

D. 被弹簧反弹后，小球和槽的机械能守恒，小球能回到槽高 h 处

> 小球开始自由下滑后，包括小球与槽、小球与弹簧两个相互作用过程。小球与弹簧作用时系统动量不守恒；小球沿槽下滑过程中，水平方向合外力为零、水平方向动量守恒，但竖直方向动量不守恒，A 错误。下滑过程中槽的动能增加，小球对槽的作用力做正功，B 错误。小球与槽质量相等，小球滑离槽时二者速度等大反向；小球与弹簧作用前后速度大小不变，离开弹簧后小球与槽以相等的速度做匀速直线运动，不再回到槽上，C 正确、D 错误。

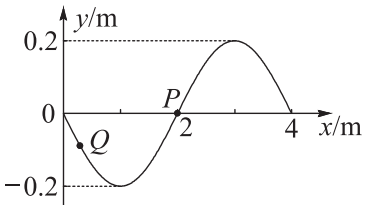
6. 两种单色光 a 和 b，a 光照射某金属时有光电子逸出，b 光照射该金属时没有光电子逸出，则 (BD)

A. 在真空中，a 光的传播速度较大　　B. 在水中，a 光的波长较小

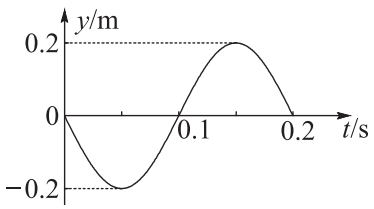
C. 在真空中，b 光光子能量较大　　D. 在水中，b 光的折射率较小

由光电效应产生的条件知，入射光频率须大于或等于金属的极限频率才能发生光电效应，故 a 光频率大于 b 光频率。在同种介质中 a 光折射率大于 b 光折射率，故 D 正确；由 $n=\frac{c}{v}$ 知，在同种介质中 a 光传播速度小于 b 光，真空中各种色光传播速度相同，A 错误；由 $E=h\nu$ 知 a 光光子能量较大，C 错误；由 $v=\lambda f$ 知，在水中 a 光波长较小，B 正确。故选 BD。

7. 图 甲 为一列简谐横波在某一时刻的波形图，图 乙 为质点 P 以此时刻为计时起点的振动图象。从该时刻起 (AC)



图甲



图乙

A. 经过 0.35 s 时，质点 Q 距平衡位置的距离小于质点 P 距平衡位置的距离

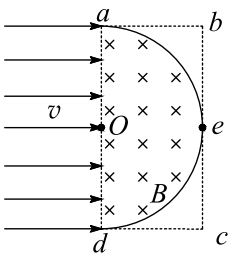
B. 经过 0.25 s 时，质点 Q 的加速度大于质点 P 的加速度

C. 经过 0.15 s，波沿 x 轴的正方向传播了 3 m

D. 经过 0.1 s 时，质点 Q 的运动方向沿 y 轴正方向

由振动图象可知 $t=0$ 时刻质点 P 沿 y 轴负方向振动，故甲图中波沿 x 轴正方向传播，周期 $T=0.2\,\mathrm{s}$。经过 $0.35\,\mathrm{s}=\frac{7}{4}T$，质点 P 位于正的最大位移（波峰），质点 Q 正离开平衡位置向 y 轴负方向运动、位移尚未达到最大值，故 A 正确。经过 $0.25\,\mathrm{s}=\frac{5}{4}T$，质点 P 位于负向最大位移，质点 Q 的位移尚未达到最大，加速度与位移大小成正比，故 B 错误。波速 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{4}{0.2}\,\mathrm{m/s}=20\,\mathrm{m/s}$，经过 0.15 s 波沿 x 轴正方向传播 $s=vt=20\times0.15\,\mathrm{m}=3\,\mathrm{m}$，C 正确。经过 $0.1\,\mathrm{s}=\frac{T}{2}$，质点 Q 的运动方向沿 y 轴负方向，D 错误。故选 AC。

8. 如图所示，长方形 $abcd$ 长 $ad=0.6\,\mathrm{m}$，宽 $ab=0.3\,\mathrm{m}$，O、e 分别是 ad、bc 的中点，以 ad 为直径的半圆内有垂直纸面向里的匀强磁场（边界上无磁场），磁感应强度 $B=0.25\,\mathrm{T}$。一群不计重力、质量 $m=3\times10^{-7}\,\mathrm{kg}$、电荷量 $q=+2\times10^{-3}\,\mathrm{C}$ 的带电粒子以速度 $v=5\times10^{2}\,\mathrm{m/s}$ 沿垂直 ad 方向且垂直于磁场射入磁场区域 (D)



A. 从 Od 边射入的粒子，出射点全部分布在 Oa 边

B. 从 aO 边射入的粒子，出射点全部分布在 ab 边

C. 从 Od 边射入的粒子，出射点分布在 Oa 边和 ab 边

D. 从 aO 边射入的粒子，出射点分布在 ab 边和 be 边

> 带电粒子不计重力，垂直射入匀强磁场后做匀速圆周运动，半径 $r = \frac{mv}{qB} = \frac{3\times10^{-7}\times5\times10^{2}}{2\times10^{-3}\times0.25}\,\mathrm{m} = 0.3\,\mathrm{m}$。抓住两个临界点：从 O 点射入和从 d 点射入的粒子轨迹，分析可知从 aO 边射入的粒子出射点分布在 ab 边和 be 边，D 正确。

9. (1)（5 分）在做“研究平抛物体的运动”实验时，除了木板、小球、斜槽、铅笔、图钉之外，下列器材中还需要的是 CF。

（A）游标卡尺　（B）秒表　（C）坐标纸　（D）天平　（E）弹簧秤　（F）重垂线

实验中，下列说法正确的是 AD。

（A）应使小球每次从斜槽上相同的位置自由滑下

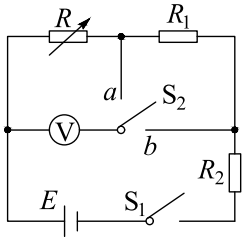
（B）斜槽轨道必须光滑

（C）斜槽轨道末端可以不水平

（D）要使描出的轨迹更好地反映真实运动，记录的点应适当多一些

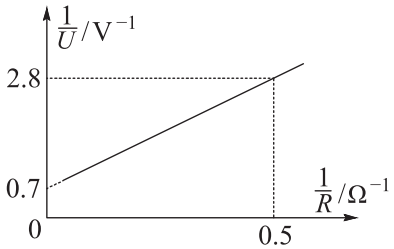
（E）为了比较准确地描出小球运动的轨迹，应该用一条曲线把所有的点连接起来

(2)（12 分）甲同学设计了如图所示的电路测电源电动势 E 及电阻 R_1 和 R_2 的阻值。实验器材有：待测电源 E（不计内阻），待测电阻 R_1，待测电阻 R_2，电压表 V（量程为 1.5 V，内阻很大），电阻箱 R（$0\sim99.99\,\Omega$），单刀单掷开关 S_1，单刀双掷开关 S_2，导线若干。



① 先测电阻 R_1 的阻值。请将甲同学的操作补充完整：闭合 S_1，将 S_2 切换到 a，调节电阻箱，读出其示数 r 和对应的电压表示数 U_1，保持电阻箱示数不变，将 S_2 切换到 b，读出电压表的示数 U_2。则电阻 R_1 的表达式为 $R_1 = \frac{U_2-U_1}{U_1}r$。

② 甲同学已经测得电阻 $R_1 = 4.8\,\Omega$，继续测电源电动势 E 和电阻 R_2 的阻值。该同学的做法是：闭合 S_1，将 S_2 切换到 a，多次调节电阻箱，读出多组电阻箱示数 R 和对应的电压表示数 U，由测得的数据，绘出了如图所示的 $\frac{1}{U}-\frac{1}{R}$ 图线，则电源电动势 $E = 1.43$ V，电阻 $R_2 = 1.2$ Ω。



③ 利用甲同学设计的电路和测得的电阻 R_1，乙同学测电源电动势 E 和电阻 R_2 的阻值的做法是：闭合 S_1，将 S_2 切换到 b，多次调节电阻箱，读出多组电阻箱示数 R 和对应的电压表示数 U，由测得的数据，绘出了相应的 $\frac{1}{U}-\frac{1}{R+R_1}$ 图线，根据图线得到电源电动势 E 和电阻 R_2。这种做法与甲同学的做法比较，由于电压表测得的数据范围 较小（选填“较大”、“较小”或“相同”），所以 甲 同学的做法更恰当些。

(1) CF，AD。 (2) ①将 S_2 切换到 b，$\frac{U_2-U_1}{U_1}r$；② $1.43\,\mathrm{V}$（或 $\frac{10}{7}\,\mathrm{V}$），$1.2\,\Omega$；③较小，甲。

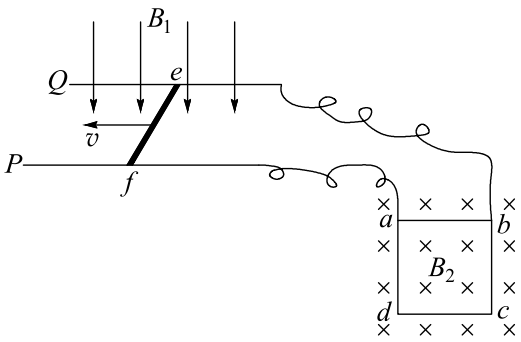
（1）研究平抛运动需要坐标纸描轨迹，需要重垂线确定竖直方向，故选 C、F。实验中应使小球每次从斜槽上相同位置自由滑下，以保证平抛初速度相同（斜槽不必光滑），A 正确、B 错误；斜槽末端必须水平，C 错误；记录的点适当多一些可更好地反映真实运动，D 正确；描轨迹应用平滑曲线连接，偏离较远的点应舍去，E 错误。故选 AD。

（2）①将 S_2 切换到 a 时，回路电流 $I=\frac{U_1}{r}$；保持电阻箱示数不变，再将 S_2 切换到 b，R 与 R_1 串联，通过 R_1 的电流仍为 $I=\frac{U_1}{r}$，R_1 两端电压为 U_2-U_1，故 $R_1=\frac{U_2-U_1}{I}=\frac{U_2-U_1}{U_1}r$。②由闭合电路欧姆定律 $E=\frac{U}{R}(R_1+R_2+R)$，整理得 $\frac{1}{U}=\frac{R_1+R_2}{E}\cdot\frac{1}{R}+\frac{1}{E}$。图线截距 $\frac{1}{E}=0.7\,\mathrm{V}^{-1}$，故 $E\approx1.43\,\mathrm{V}$；斜率 $\frac{R_1+R_2}{E}=\frac{2.8-0.7}{0.5}=4.2$，得 $R_1+R_2=6.0\,\Omega$，故 $R_2=1.2\,\Omega$。③将 S_2 切换到 b 时，电压表测量电阻箱与 R_1 两端电压，因定值电阻的分压作用使电压表测量范围减小，误差较大，故甲同学的做法更恰当。

10. 如图所示，P、Q 为水平面内平行放置的光滑金属长直导轨，间距为 L_1，处在竖直向下、磁感应强度大小为 B_1 的匀强磁场中。一导体杆 ef 垂直于 P、Q 放在导轨上，在外力作用下向左做匀速直线运动。质量为 m、每边电阻均为 r、边长为 L_2 的正方形金属框 $abcd$ 置于竖直平面内，两顶点 a、b 通过细导线与导轨相连，磁感应强度大小为 B_2 的匀强磁场垂直金属框向里，金属框恰好处于静止状态。不计其余电阻和细导线对 a、b 点的作用力。

(1) 通过 ab 边的电流 I_{ab} 是多大？

(2) 导体杆 ef 的运动速度 v 是多大？



(1) $I_{ab}=\frac{3mg}{4B_2L_2}$ (2) $v=\frac{3mgr}{4B_1B_2L_1L_2}$

（1）设通过正方形金属框的总电流为 I，ab 边的电流为 I_{ab}，dc 边的电流为 I_{dc}，有 $I_{ab}=\frac{3}{4}I$ ①，$I_{dc}=\frac{1}{4}I$ ②。金属框受重力和安培力，处于静止状态，有 $mg=B_2I_{ab}L_2+B_2I_{dc}L_2$ ③。由①②③解得 $I_{ab}=\frac{3mg}{4B_2L_2}$ ④。

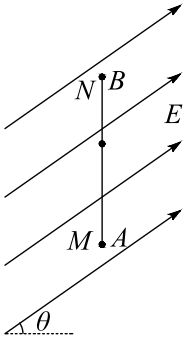
（2）由（1）可得 $I=\frac{mg}{B_2L_2}$ ⑤。设导体杆切割磁感线产生的电动势为 E，有 $E=B_1L_1v$ ⑥。设 ad、dc、cb 三边电阻串联后与 ab 边电阻并联的总电阻为 R，则 $R=\frac{3}{4}r$ ⑦。根据闭合电路欧姆定律，有 $I=E/R$ ⑧。由⑤～⑧解得 $v=\frac{3mgr}{4B_1B_2L_1L_2}$ ⑨。

11. 如图所示，一根长 $L=1.5\,\mathrm{m}$ 的光滑绝缘细直杆 MN，竖直固定在场强为 $E=1.0\times10^5\,\mathrm{N/C}$、与水平方向成 $\theta=30^\circ$ 角的倾斜向上的匀强电场中。杆的下端 M 固定一个带电小球 A，电荷量 $Q=+4.5\times10^{-6}\,\mathrm{C}$；另一带电小球 B 穿在杆上可自由滑动，电荷量 $q=+1.0\times10^{-6}\,\mathrm{C}$，质量 $m=1.0\times10^{-2}\,\mathrm{kg}$。现将小球 B 从杆的上端 N 静止释放，小球 B 开始运动。（静电力常量 $k=9.0\times10^9\,\mathrm{N\cdot m^2/C^2}$，取 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$）

(1) 小球 B 开始运动时的加速度为多大？

(2) 小球 B 的速度最大时，距 M 端的高度 h_1 为多大？

(3) 小球 B 从 N 端运动到距 M 端的高度 $h_2=0.61\,\mathrm{m}$ 时，速度为 $v=1.0\,\mathrm{m/s}$，求此过程中小球 B 的电势能改变了多少？



(1) $a=3.2\,\mathrm{m/s^2}$ (2) $h_1=0.9\,\mathrm{m}$ (3) $\Delta E_P=8.4\times10^{-2}\,\mathrm{J}$

（1）开始运动时小球 B 受重力、库仑力、杆的弹力和电场力，沿杆方向运动，由牛顿第二定律得 $mg - k\frac{Qq}{L^2} - qE\sin\theta = ma$ ①。解得 $a = g - \frac{kQq}{L^2 m} - \frac{qE\sin\theta}{m}$ ②。代入数据解得 $a = 3.2\,\mathrm{m/s^2}$ ③。

（2）小球 B 速度最大时合力为零，即 $\frac{kQq}{h_1^2} + qE\sin\theta = mg$ ④。解得 $h_1 = \sqrt{\frac{kQq}{mg - qE\sin\theta}}$ ⑤。代入数据解得 $h_1 = 0.9\,\mathrm{m}$ ⑥。

（3）小球 B 从开始运动到速度为 v 的过程中，设重力做功为 W_1，电场力做功为 W_2，库仑力做功为 W_3，根据动能定理有 $W_1 + W_2 + W_3 = \frac{1}{2}mv^2$ ⑦，$W_1 = mg(L - h_2)$ ⑧，$W_2 = -qE(L - h_2)\sin\theta$ ⑨。解得 $W_3 = \frac{1}{2}mv^2 - mg(L - h_2) + qE(L - h_2)\sin\theta$ ⑩。设小球的电势能改变了 ΔE_p，则 $\Delta E_p = -(W_2 + W_3)$（11），$\Delta E_p = mg(L - h_2) - \frac{1}{2}mv^2$（12），$\Delta E_p = 8.4 \times 10^{-2}\,\mathrm{J}$（13）。

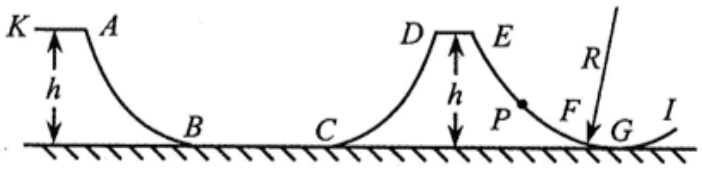
12. 目前，滑板运动受到青少年的追捧。如图是某滑板运动员在一次表演时的一部分赛道在竖直平面内的示意图。赛道光滑，FGI 为圆弧赛道，半径 $R = 6.5\,\mathrm{m}$，G 为最低点并与水平赛道 BC 位于同一水平面，KA、DE 平台的高度都为 $h = 1.8\,\mathrm{m}$。B、C、F 处平滑连接。滑板 a 和 b 的质量均为 m，$m = 5\,\mathrm{kg}$，运动员质量为 M，$M = 45\,\mathrm{kg}$。

表演开始，运动员站在滑板 b 上。先让滑板 a 从 A 点静止下滑，$t_1 = 0.1\,\mathrm{s}$ 后再与 b 板一起从 A 点静止下滑。滑上 BC 赛道后，运动员从 b 板跳到同方向运动的 a 板上，在空中运动的时间 $t_2 = 0.6\,\mathrm{s}$（水平方向是匀速运动）。运动员与 a 板一起沿 CD 赛道上滑后冲出赛道，落在 EF 赛道的 P 点，沿赛道滑行，经过 G 点时，运动员受到的支持力 $N = 742.5\,\mathrm{N}$。（滑板和运动员的所有运动都在同一竖直平面内，计算时滑板和运动员都看作质点，取 $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$）

(1) 滑到 G 点时，运动员的速度是多大？

(2) 运动员跳上滑板 a 后，在 BC 赛道上与滑板 a 共同运动的速度是多大？

(3) 从表演开始到运动员滑至 I 的过程中，系统的机械能改变了多少？



(1) $6.5\,\mathrm{m/s}$　(2) $6.9\,\mathrm{m/s}$　(3) $88.75\,\mathrm{J}$

（1）在 G 点，运动员和滑板一起做圆周运动，设向心加速度为 $a_{向}$，速度为 v_G，运动员受到重力 Mg、滑板对运动员的支持力 N 的作用，则 $N - Mg = Ma_{向}$ ①，$a_{向} = \frac{v_G^2}{R}$ ②，$N - Mg = M\frac{v_G^2}{R}$ ③，$v_G = \sqrt{\frac{R(N - Mg)}{M}}$ ④，$v_G = 6.5\,\mathrm{m/s}$ ⑤。

（2）设滑板 a 由 A 点静止下滑到 BC 赛道后速度为 v_1，由机械能守恒定律有 $mgh =$

$\frac{1}{2}mv_1^2$ ⑥，$v_1=\sqrt{2gh}$ ⑦。运动员与滑板 b 一起由 A 点静止下滑到 BC 赛道后，速度也为 v_1。运动员由滑板 b 跳到滑板 a，设蹬离滑板 b 时的水平速度为 v_2，在空中飞行的水平位移为 s，则 $s=v_2t_2$ ⑧。设起跳时滑板 a 与滑板 b 的水平距离为 s_0，则 $s_0=v_1t_1$ ⑨。设滑板 a 在 t_2 时间内的位移为 s_1，则 $s_1=v_1t_2$ ⑩，$s=s_0+s_1$（11），即 $v_2t_2=v_1(t_1+t_2)$（12）。运动员落到滑板 a 后，与滑板 a 共同运动的速度为 v，由动量守恒定律有 $mv_1+Mv_2=(m+M)v$（13）。由以上方程可解出 $v=\frac{mt_2+M(t_1+t_2)}{(M+m)t_2}\sqrt{2gh}$（14）。代入数据，解得 $v=6.9\,\mathrm{m/s}$（15）。

（3）设运动员离开滑板 b 后，滑板 b 的速度为 v_3，有 $Mv_2+mv_3=(M+m)v_1$（16）。可算出 $v_3=-3\,\mathrm{m/s}$，有 $|v_3|=3\,\mathrm{m/s}<v_1=6\,\mathrm{m/s}$，$b$ 板将在两个平台之间来回运动，机械能不变。系统的机械能改变为 $\Delta E=\frac{1}{2}(M+m)v_G^2+\frac{1}{2}mv_3^2-(m+m+M)gh$（17），$\Delta E=88.75\,\mathrm{J}$（18）。