2022 北京海淀高三二模

物理（反馈卷）

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 截至 2021 年 12 月 31 日，中国大陆运行核电机组共 53 台，运行核电机组累计发电量占全国累计发电量的 5.02%。核电站发电主要通过核裂变放出能量，下列核反应方程属于核裂变的是（　　）

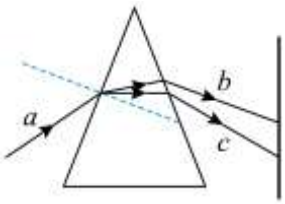
A. ${}_1^2\mathrm{H}+{}_1^3\mathrm{H}\rightarrow{}_2^4\mathrm{He}+{}_0^1\mathrm{n}$

B. ${}_{92}^{235}\mathrm{U}+{}_0^1\mathrm{n}\rightarrow{}_{54}^{140}\mathrm{Xe}+{}_{38}^{94}\mathrm{Sr}+2{}_0^1\mathrm{n}$

C. ${}_{92}^{238}\mathrm{U}\rightarrow{}_{90}^{234}\mathrm{Th}+{}_2^4\mathrm{He}$

D. ${}_{11}^{24}\mathrm{Na}\rightarrow{}_{12}^{24}\mathrm{Mg}+{}_{-1}^{0}\mathrm{e}$

2. 如图所示，用一束太阳光去照射横截面为三角形的玻璃砖，在光屏上能观察到一条彩色光带。下列说法正确的是（　　）



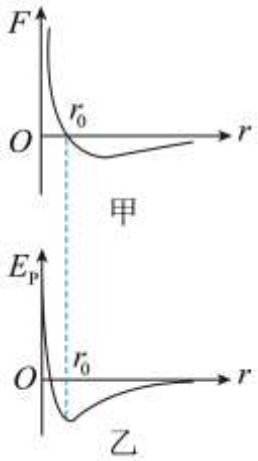
A. 玻璃对 *b* 光的折射率大

B. *c* 光子比 *b* 光子的能量大

C. 此现象是因为光在玻璃砖中发生全反射形成的

D. 减小 *a* 光的入射角度，各种色光会在光屏上依次消失，最先消失的是 *b* 光

3. 假定两个分子的距离为无穷远时它们的分子势能为 0，两个分子间作用力的合力 *F*、分子势能 E_{P} 与分子间距离 *r* 的关系如图甲和乙所示，下列说法正确的是（　　）



A. 在 *r* 由无限远到趋近于 r_0 的过程中，*F* 先做负功后做正功

B. 在 *r* 由无限远到趋近于 r_0 的过程中，*F* 先做正功后做负功

C. 在 *r* 由 r_0 趋近于 0 的过程中，*F* 做负功，E_{P} 先变小再变大

D. 在 *r* 由 r_0 趋近于 0 的过程中，*F* 做负功，E_{P} 变大

4. 一列简谐横波沿 x 轴负方向传播，图 1 是该横波 t=0 时的波形图，图 2 是介质中某质点的振动图像，则图 2 描述的可能是（　）

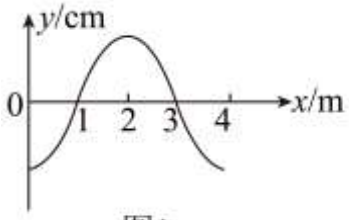


图1

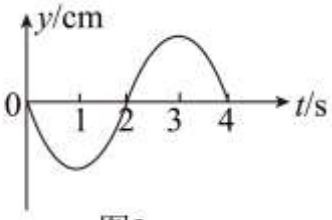


图2

A. x=3m 处质点的振动图像　　B. x=2m 处质点的振动图像

C. x=1m 处质点的振动图像　　D. x=0 处质点的振动图像

5. 2021 年 10 月 16 日神舟十三号采用自主快速交会对接模式成功对接于天和核心舱径向端口，与此前已对接的天舟二号、天舟三号货运飞船一起构成四舱（船）组合体。若该组合体绕地球运行轨道近似为圆形，周期为 92 分钟左右。由此可以判断（　　）

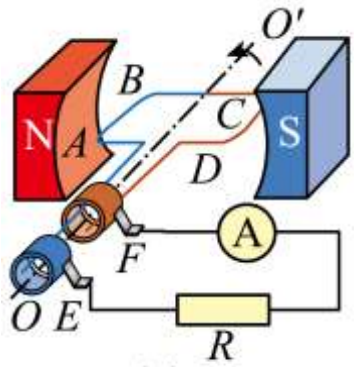
A. 该组合体比地球同步卫星运行线速度小

B. 该组合体比地球同步卫星向心加速度大

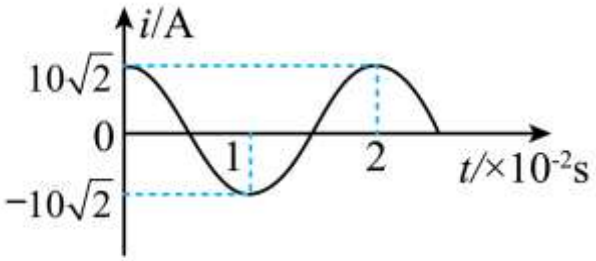
C. 该组合体比地球同步卫星运行角速度小

D 该组合体比地球同步卫星运行周期大

6. 图甲是小型交流发电机的示意图，两磁极 N、S 间的磁场可视为水平方向的匀强磁场，A 为交流电流表，电阻 R 大小为 5Ω。线圈绕垂直于磁场的水平轴 OO'沿逆时针方向匀速转动，从图甲所示位置开始计时，产生的交变电流随时间变化的图像如图乙所示。下列说法正确的是（　　）



甲



乙

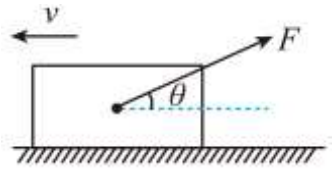
A. 电阻 R 的热功率为 1000W

B. 1s 内电流方向改变 50 次

C. t=0.01s 时，线圈平面与磁场方向平行

D. t=0.005s 时，穿过线圈的磁通量变化最快

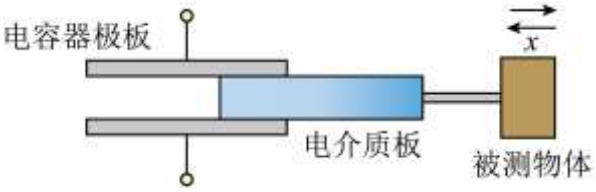
7. 质量为 m 的物块在粗糙水平面减速运动，当速率为 v 时，施加与水平方向夹角为 θ 的恒力 F，如图所示。经过时间 t，物块恰好以相同速率 v 向右运动。在该时间 t 内，下列说法正确的是（　　）



A. 物块所受拉力 F 的冲量方向水平向右　　B. 物块所受拉力 F 的冲量大小为 $Ft\cos\theta$

C. 物块所受重力的冲量大小为零　　D. 物块所受合力的冲量大小为 $2mv$

8. 如图所示，当被测物体在左、右方向发生位移时，电介质板随之在电容器两极板之间移动。物体位置变化时，电容器电容 C 也会发生变化。从图中位置开始计时，关于物体的运动则下列说法正确的是（　　）



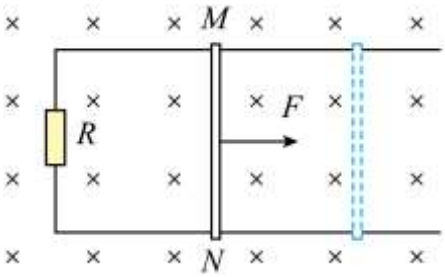
A. 电容 C 增大，说明物体在向右运动

B. 电容 C 减小，说明物体在向左运动

C. 电容 C 均匀增大，说明物体在向左匀速运动

D. 电容 C 均匀减小，说明物体在向左匀速运动

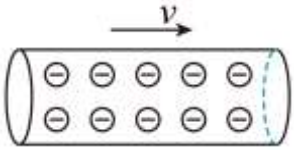
9. 如图所示，在竖直向下的匀强磁场中，水平 U 型导体框左端连接一阻值为 R 的电阻，质量为 m、电阻为 r 的导体棒 MN 置于导体框上。不计导体框的电阻、导体棒与导体框间的摩擦。导体棒在水平向右恒定外力 F 作用下由静止开始运动，运动过程中导体棒与导体框的上下轨道保持垂直，且接触良好，水平恒定外力 F 始终与导体棒垂直。在导体棒移动距离为 x 的过程中（　　）



A. 电阻 R 两端电压随着时间均匀增大　　B. 流过导体棒电荷量为 $\dfrac{BLx}{R+r}$

C. 电阻 R 消耗的电能等于 Fx　　D. 导体棒动量增加量为 $\dfrac{B^2L^2x}{R}$

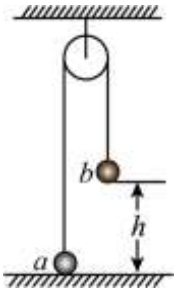
10. 如图所示，一根均匀带电的长直橡胶棒沿其轴线方向做速度为 v 的匀速直线运动。已知棒的横截面积为 S，单位体积内所带的电荷量为 $-q$。由于棒的运动而形成的等效电流（　　）



A. 大小为 qv，方向与 v 相同　　B. 大小为 qv，方向与 v 相反

C. 大小为 qSv，方向与 v 相同　　D. 大小为 qSv，方向与 v 相反

11. 如图所示，一条轻绳跨过定滑轮，绳的两端各系一个小球 a 和 b，用手托住球 b，当绳刚好被拉紧时，球 b 离地面的高度为 h，球 a 静止于地面。已知球 a 的质量为 m，球 b 的质量为 $3m$，重力加速度为 g，定滑轮的质量及轮与轴间的摩擦均不计。若无初速度释放球 b，则下列判断正确的是（　）



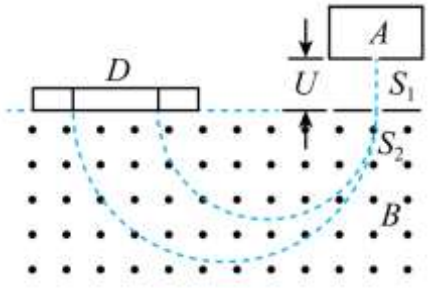
A. 在球 b 下落过程中，绳子的拉力大小为 $\frac{5}{2}mg$

B. 在球 b 下落过程中，球 b 的机械能减小 $3mgh$

C. 在球 b 下落过程中，球 a 的机械能增加 $\frac{3}{2}mgh$

D. 在球 b 下落过程中，绳对球 a 拉力冲量大小为 $3mg\sqrt{h}$

12. 如图所示为某种质谱仪工作原理示意图，离子从电离室 A 中的小孔 S_1 飘出（初速度不计），经相同的加速电场加速后，通过小孔 S_2，从磁场上边界垂直于磁场方向进入磁感应强度为 B 的匀强磁场中，运动半个圆周后打在照相底片 D 上并被吸收形成谱线。照相底片 D 上有刻线均匀分布的标尺（图中未画出），可以直接读出离子的比荷。下列说法正确的是（　　）



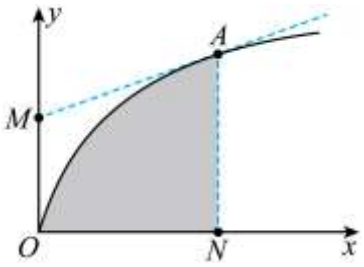
A. 加速电压越大，打在底片上同一位置离子的比荷越大

B. 磁感应强度越大，打在底片上同一位置离子的比荷越大

C. 磁感应强度越大，打在底片上同一位置离子的电荷量越大

D. 若将该装置底片刻度标注　比荷值修改为同位素的质量值，则各刻线对应质量值是均匀的

13. 如图所示，若令 x 轴和 y 轴分别表示某个物理量，则图像可以反映某种情况下物理量之间的关系，图线上任一点的切线斜率、图线与 x 轴围成的面积有时也有相应的物理含义。A 为图线上一点，过 A 点作图线的切线交 y 轴于 M 点，过 A 点作垂线交 x 轴于 N 点，切线 AM 的斜率记为 k，图线与 x 轴围成的阴影面积记为 S。下列说法正确的是（　）



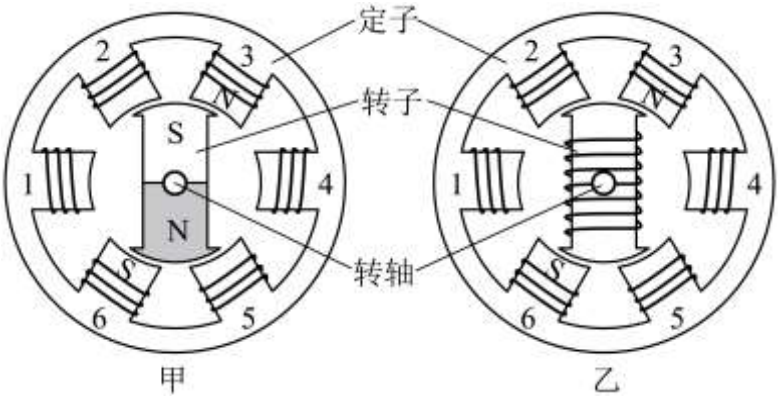
A. 对于一段只含有电热元件的电路，若 x 轴表示电流 I，y 轴表示电压 U，斜率 k 可以表示电热元件的电阻大小

B. 对于某电容器的充电过程，若 x 轴表示电量 q，y 轴表示电容器两端电压 U，斜率 k 可以表示电容器的电容大小

C. 对于做匀变速曲线运动的物体，若 x 轴表示运动时间 t，y 轴表示物体所受合力 F，面积 S 可以表示时间 t 内的合外力冲量大小

D. 对于做圆周运动的物体，若 x 轴表示半径 r，y 轴表示角速度 ω，面积 S 可以表示对应半径变化的线速度大小的变化

14. 加速性能、电能利用率、动能回收等是电动汽车电机的重要指标。如图所示，甲、乙分别是目前被广泛采用的两种电机的简化原理示意图，它们的相同点是利用作为定子的电磁铁（1 和 4；2 和 5；3 和 6）三组线圈交替产生磁场，实现了电磁铁激发的磁场在平面内沿顺时针方向转动的效果，以驱动转子运动；不同的是甲图所示电机的转子是一个永磁铁，而乙图所示电机的转子是绕在软铁上的闭合线圈。通过电磁驱动转子转动，可以为电动汽车提供动力。若假定两种电机的每组电磁铁中电流变化周期和有效值均相同，下列说法正确的是（　　）



A. 若减小两种电机的每组电磁铁中电流变化周期，则电机稳定工作时，两电机转子运动周期会增大

B. 若增大两种电机的每组电磁铁中电流有效值，则电机稳定工作时，乙电机产生的热功率会增大

C. 电机稳定工作时，甲电机转子的转速与电磁铁激发磁场的转速不同

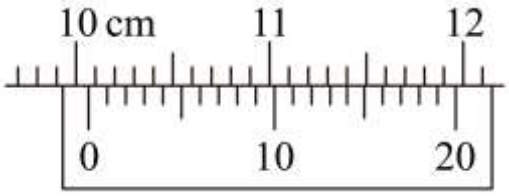
D. 刹车（停止供电）时，乙电机转子由于惯性继续旋转，可以通过反向发电从而回收动能

第二部分

本部分解答题共 6 题；

15. 物理实验一般都涉及实验目的、实验原理、实验仪器、实验方法、实验操作、数据分析等。例如：

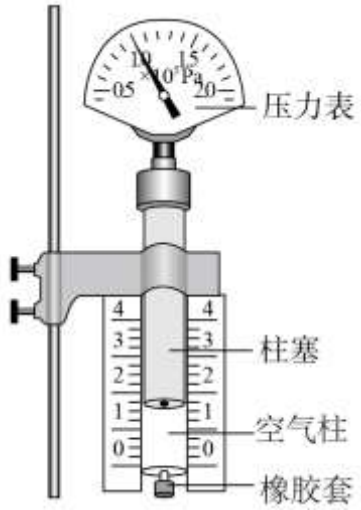
（1）实验仪器。用游标卡尺测某个杯子的深度 h，示数如图所示，则该杯子的深度为 h = _____cm。



（2）用“油膜法估测油酸分子的大小”实验中，配制的油酸酒精溶液的浓度为每 500mL 溶液中有纯油酸 2mL，用注射器取 1mL 该油酸酒精溶液，滴入烧杯中，记录液滴共 60 滴。取 1 滴该溶液滴入盛水的浅水盘里，待水面稳定后，在带有坐标方格的玻璃板上描下油膜边界的轮廓线，如图所示。坐标中一个小正方格的边长是 1cm。根据以上数据和测量结果，估测出的分子直径约为_____。



（3）实验原理。如图为“探究气体等温变化的规律”的实验装置图。实验时，读取空气柱的长度 L 以及此时所对应的压强 p。



①对于一定质量的封闭气体，在温度不变的情况下，若 p 与 L 的_____保持不变，即得到气体做等温变化的规律。

②某同学发现，压力表上的数值是有单位的，但是针筒旁代表空气柱长度的数值是没有单位的，他查了一下该实验装置的说明书，发现也没有对这个数值单位情况的具体说明。请分析说明这种情况的理由。（　　）

16. 某同学把铜片和锌片相隔约 2cm 插入一个桔子中，就制成了一个水果电池。铜片是电池的正极，锌片是负极。他所用到的器材有水果电池、电阻箱、电流表、电键和导线若干

（1）请根据上面的器材在方框中画出实验电路图。（　　）

（2）实验时，用电流表和电阻箱测出多组电流 I 和电阻值 R，若要通过图像测得这个水果电池的电动势和内阻，可以选用图像为_____

A．R-I　　B．$R-\frac{1}{I}$　　C．$I-\frac{1}{R}$

（3）若用该实验方法测量水果电池的电动势和内阻，电动势的测量值_____真实值，内阻的测量值_____真实值（选填“大于”“等于”“小于”）。

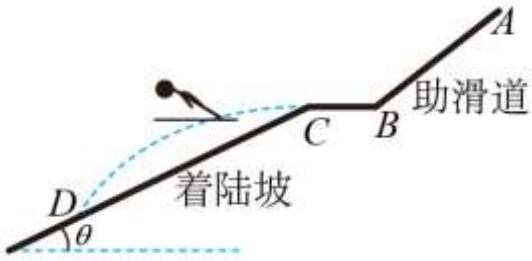
（4）该同学在断开电键准备收拾器材的时候，忽然想起测量干电池电动势时，可以将学生用指针式电压表（量程0～3V，内阻约 3kΩ）直接接到干电池的正负极，因此该同学也将这种指针式电压表直接接到了桔子电池的正负极，但是测得的数值与用图像测得的电动势数值差距很大。设直接用指针式电压表测得的电动势用 E_2 表示，该同学用图像法测得的电动势用 E_1 表示，请分析说明这两个值哪一个更大。（　　）

17. 2022 年我国举办了第二十四届冬奥会，跳台滑雪是其中最具观赏性的项目之一、如图所示为某滑道示意图，长直助滑道 AB 与起跳平台 BC 平滑连接，C 点是第二段倾斜雪坡（着陆坡）的起点，着陆坡与水平面的夹角 θ = 37°。质量 m=80kg 的运动员从 A 处由静止开始匀加速下滑，加速度 a = 4m/s^2，到达 B 点时速度 v_B =30 m/s。经过一段时间后从 C 点沿水平方向飞出，在着陆坡上的 D 点着陆。已知 CD 间的距离 L=75m，sin37°=0.60，cos37° = 0.80，取重力加速度 g =10 m/s^2，将运动员视为质点，忽略空气阻力的影响。

（1）求运动员在 AB 段运动的时间 t；

（2）若运动员在 BC 段没有助滑，仅在摩擦力作用下运动，求 BC 段摩擦力所做的功；

（3）求运动员落在着陆坡上 D 点时所受重力做功的瞬时功率 P。



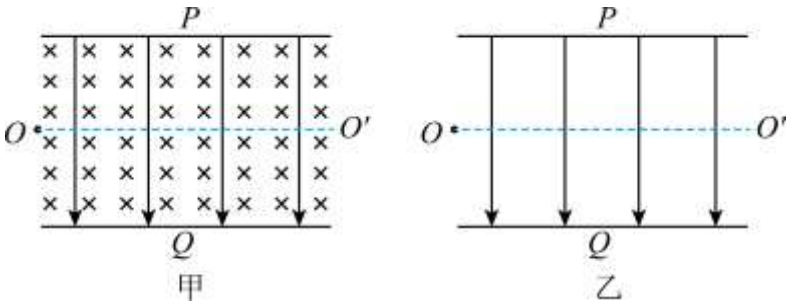
18. 如图甲所示，板长均为 3d 的两平行金属板 P 和 Q 之间有相互垂直的匀强电场和匀强磁场，磁感应强度的大小为 B，磁场的方向垂直纸面向里，电场方向垂直金属板向下，两板间距为 2d。有一带正电粒子以速度 v_0 从两板间中点 O 沿垂直电场和磁场的方向射入，恰好能沿中心线 OO' 做直线运动。不计粒子所受到的重力以及平行板的边缘效应。

（1）求电场强度 E。

（2）如图乙所示，仅撤去磁场，带电粒子仍以速度 v_0 从 O 点沿中心线 OO' 垂直电场射入，恰好能从 Q 板　右边缘飞出。

a．求带电粒子的比荷 $\frac{q}{m}$；

b．以 O 点为坐标原点，OO' 方向为 x 轴正方向，垂直于金属板向下为 y 轴正方向，建立平面直角坐标系，写出带电粒子在电场中运动的轨迹方程。

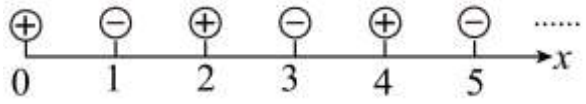


19. 很多宏观现象，其本质是由微观粒子的运动所体现出的结果。



（1）固体的宏观性质与固体分子的微观结构有着紧密联系。内陆盐矿中开采的氯化钠称为岩盐，岩盐的颗粒很大，我们能清楚地看出它的立方体形状。把大颗粒的岩盐敲碎后，小颗粒的岩盐仍然呈立方体形状。为了理解这个现象，可以做如下定性、半定量的分析。

考虑由电荷量相同　正、负离子间隔排列形成的一维直线分子。这些离子之间的距离都相等，且相互作用力均可近似为点电荷之间的电场力。假设 $x = 0$ 处离子受到 $x = 1$ 处离子的作用力大小为 F_0。



a．写出 $x = 0$ 处离子受到的右侧所有离子电场力的准确表达式，并说明合力的方向。（　）

b．有人提出下述观点：“仅考虑与 $x = 0$ 处离子的最近邻 $x = 1$ 处离子和次近邻 $x = 2$ 处离子对 $x = 0$ 处离子的作用力即可作为所有离子对 $x = 0$ 处离子合力的近似值。”在下表格中填写“是”或者“否”。判断这样的近似是否合理。

近似计算的结果与精确计算结果相比

合力的大小变化超过 10%	合力的方向发生变化	这样的近似较为合理
＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿	＿＿＿＿＿＿	＿＿＿＿＿＿

（2）一横截面为 S 的圆板正以 v 的速度在空气中向右运动。为简化问题，我们将空气分子视为质量为 m 的小球，空气分子与圆板碰撞前后瞬间相对圆板的速率不变。

a．若不考虑空气分子的热运动，单位体积内的分子个数为 n，求空气对圆板的作用力 F；（　）

b．实际上，空气分子在不停地做热运动，假定分子热运动平均速率为 $5v$，单位体积内与圆板垂直碰撞的分子个数为 n'，若仅考虑与圆板垂直碰撞的空气分子，求空气对圆板的作用力 F'。（　）

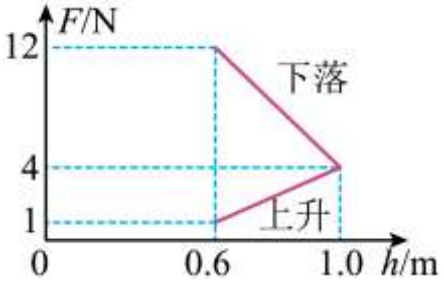
20. 某同学做拍篮球的游戏，篮球在球心距地面高 $h_1=0.9m$ 范围内做竖直方向的往复运动。在最高点时手开始击打篮球，球落地后反弹，与地面作用的时间 $t=0.1s$，反弹速度 v_2 的大小是刚触地时速度 v_1 大小的 $\frac{4}{5}$，且反弹后恰好到达最高点。已知篮球的质量 $m=0.5kg$，半径 $R=0.1m$。设地面对球的作用力可视为恒力，忽略空气阻力，取重力加速度 $g=10m/s^2$。求：

（1）地面对球的弹力大小；

（2）每次拍球时手对球做功 W。

21. 某同学在原地进行单手运球训练中发现，让篮球从静止开始下落并自由弹起，弹起　最大高度比原来低 20cm。为了让篮球每次都能弹回原来的高度，当球回到最高点时，向下拍打一次球，每分钟拍打 100 次，篮球质量为 0.6kg。取重力加速度 $g=10m/s^2$。不计空气阻力和拍球瞬间的能量损失，则该同学每次拍打篮球需做功为_____J，拍打篮球的平均功率为_____W。

22. 某中学物理研究性学习兴趣小组设计制作了一款传感器手套，他们用该手套测试同学在运球、传球、投篮时手对篮球的力的大小。某同学戴着手套原地连续在一维竖直方向练习拍球测试，通过传感器手套得到了手对篮球向下的压力 F 随篮球距地面高度 h 变化关系，如图所示。已知篮球质量为 0.6kg，取重力加速度 $g=10m/s^2$，不计空气阻力。求：拍球时篮球与地面碰撞前后的动能之比。



参考答案

1. 截至 2021 年 12 月 31 日，中国大陆运行核电机组共 53 台，运行核电机组累计发电量占全国累计发电量的 5.02%。核电站发电主要通过核裂变放出能量，下列核反应方程属于核裂变的是（　　）

A. ${}_1^2\mathrm{H}+{}_1^3\mathrm{H}\rightarrow{}_2^4\mathrm{He}+{}_0^1\mathrm{n}$　　B. ${}_{92}^{235}\mathrm{U}+{}_0^1\mathrm{n}\rightarrow{}_{54}^{140}\mathrm{Xe}+{}_{38}^{94}\mathrm{Sr}+2{}_0^1\mathrm{n}$

C. ${}_{92}^{238}\mathrm{U}\rightarrow{}_{90}^{234}\mathrm{Th}+{}_2^4\mathrm{He}$　　D. ${}_{11}^{24}\mathrm{Na}\rightarrow{}_{12}^{24}\mathrm{Mg}+{}_{-1}^{0}\mathrm{e}$

【答案】B

【解析】

【详解】A．该反应为轻核聚变反应，选项 A 错误；

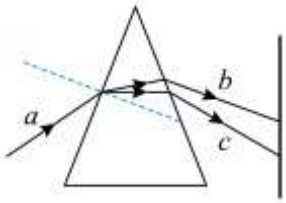
B．该反应为重核裂变反应，选项 B 正确；

C．该反应为 α 衰变方程，选项 C 错误；

D．该反应为 β 衰变方程，选项 D 错误；

故选 B。

2. 如图所示，用一束太阳光去照射横截面为三角形的玻璃砖，在光屏上能观察到一条彩色光带。下列说法正确的是（　　）



A. 玻璃对 *b* 光的折射率大

B. *c* 光子比 *b* 光子的能量大

C. 此现象是因为光在玻璃砖中发生全反射形成的

D. 减小 *a* 光的入射角度，各种色光会在光屏上依次消失，最先消失的是 *b* 光

【答案】B

【解析】

【详解】AB．由光路可知，*c* 光的偏折程度较大，可知玻璃对 *c* 光的折射率大，则 *c* 光的频率较大，根据 $\varepsilon=h\nu$ 可知，*c* 光子比 *b* 光子的能量大，选项 A 错误，B 正确；

C．此现象是因为光在玻璃砖中发生折射形成的，选项 C 错误；

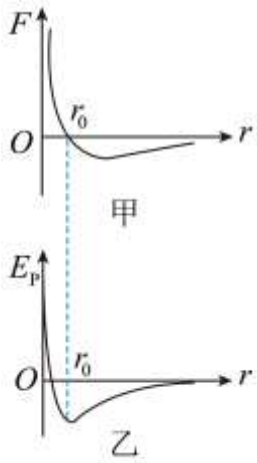
D．因

$$\sin C=\frac{1}{n}$$

可知，*c* 光的临界角较小，若减小 *a* 光的入射角度，各种色光在右侧面的入射角变大，*c* 光的入射角最先达到临界角发生全反射，则最先消失的是 *c* 光，选项 D 错误。

故选 B。

3. 假定两个分子的距离为无穷远时它们的分子势能为 0，两个分子间作用力的合力 *F*、分子势能 E_{p} 与分子间距离 *r* 的关系如图甲和乙所示，下列说法正确的是（　　）



A. 在 r 由无限远到趋近于 r_0 的过程中，F 先做负功后做正功

B. 在 r 由无限远到趋近于 r_0 的过程中，F 先做正功后做负功

C. 在 r 由 r_0 趋近于 0 的过程中，F 做负功，E_P 先变小再变大

D. 在 r 由 r_0 趋近于 0 的过程中，F 做负功，E_P 变大

【答案】D

【解析】

【详解】AB．在 r 由无限远到趋近于 r_0 的过程中，分子力表现为引力，引力一直做正功，故 AB 错误；

CD．在 r 由 r_0 趋近于 0 的过程中，分子力表现为斥力，斥力一直做负功，分子势能增大，故 C 错误 D 正确。

故选 D。

4. 一列简谐横波沿 x 轴负方向传播，图 1 是该横波 t=0 时的波形图，图 2 是介质中某质点的振动图像，则图 2 描述的可能是（　）

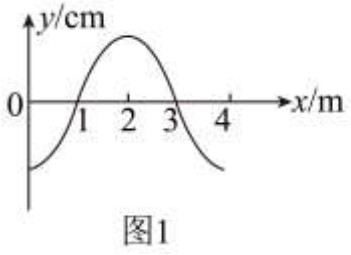


图1

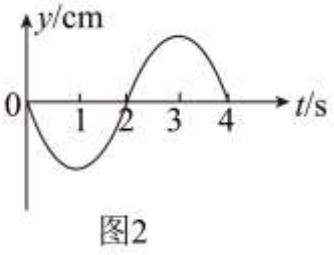


图2

A. x=3m 处质点的振动图像　　B. x=2m 处质点的振动图像

C. x=1m 处质点的振动图像　　D. x=0 处质点的振动图像

【答案】A

【解析】

【详解】A．x=3m 处质点在 t=0 时刻从平衡位置向下振动，与振动图像 t=0 时相符，故 A 正确；

B．x=2m 处质点在 t=0 时刻处于波峰位置，与振动图像 t=0 时不相符，故 B 错误；

C．x=1m 处质点在 t=0 时刻从平衡位置向上振动，与振动图像 t=0 时不相符，故 C 错误；

D．x=0 处质点在 t=0 时刻处于波谷位置，与振动图像 t=0 时不相符，故 D 错误。

故选 A。

5. 2021 年 10 月 16 日神舟十三号采用自主快速交会对接模式成功对接于天和核心舱径向端口，与此前已对接的天舟二号、天舟三号货运飞船一起构成四舱（船）组合体。若该组合体绕地球运行轨道近似为圆形，周期为 92 分钟左右。由此可以判断（　　）

A. 该组合体比地球同步卫星运行线速度小

B. 该组合体比地球同步卫星向心加速度大

C. 该组合体比地球同步卫星运行角速度小

D. 该组合体比地球同步卫星运行周期大

【答案】B

【解析】

【详解】根据

$$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2 r=m\frac{4\pi^2}{T^2}r=ma$$

可得

$$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$$

$$a=\frac{GM}{r^2}$$

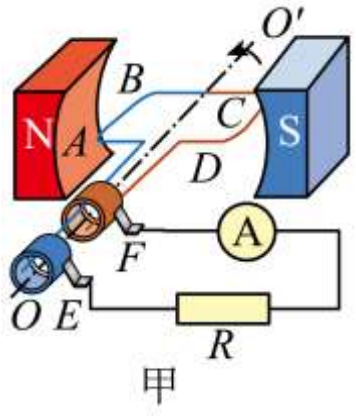
$$T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

$$\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$$

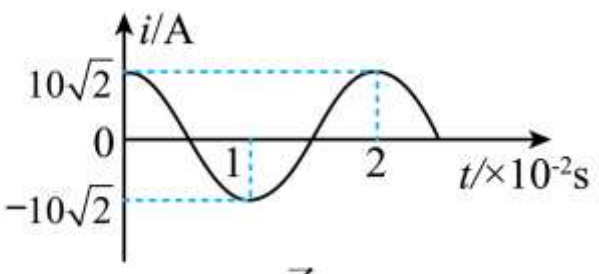
同步卫星的周期为 24h，则组合体的周期小于同步卫星的周期，可知组合体的轨道半径小于同步卫星的轨道半径；组合体比地球同步卫星运行线速度大；组合体比地球同步卫星向心加速度大；组合体比地球同步卫星运行角速度大；则 ACD 错误，B 正确。

故选 B。

6. 图甲是小型交流发电机的示意图，两磁极 N、S 间的磁场可视为水平方向的匀强磁场，A 为交流电流表，电阻 R 大小为 5Ω。线圈绕垂直于磁场的水平轴 OO' 沿逆时针方向匀速转动，从图甲所示位置开始计时，产生的交变电流随时间变化的图像如图乙所示。下列说法正确的是（　　）



甲



乙

A. 电阻 R 的热功率为 1000W

B. 1s 内电流方向改变 50 次

C. t=0.01s 时，线圈平面与磁场方向平行

D. t=0.005s 时，穿过线圈的磁通量变化最快

【答案】C

【解析】

【详解】A．电阻 R　热功率为

$$P=(\frac{I_m}{\sqrt{2}})^2R=(\frac{10\sqrt{2}}{\sqrt{2}})^2\times5\text{W}=500\text{W}$$

选项 A 错误；

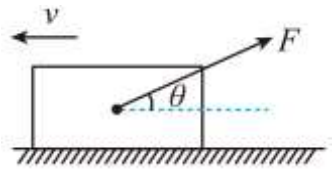
B．交流电的周期为 0.02s，频率为 50Hz，在一个周期内电流方向改变 2 次，则 1s 内电流方向改变 100 次，选项 B 错误；

C．t=0.01s 时，线圈中的电流最大，此时线圈平面与磁场方向平行，选项 C 正确；

D．t=0.005s 时，感应电流为零，感应电动势为零，此时穿过线圈的磁通量变化率为零，变化最慢，选项 D 错误。

故选 C。

7. 质量为 m 的物块在粗糙水平面减速运动，当速率为 v 时，施加与水平方向夹角为 θ 的恒力 F，如图所示。经过时间 t，物块恰好以相同速率 v 向右运动。在该时间 t 内，下列说法正确的是（　　）



A. 物块所受拉力 F 的冲量方向水平向右

B. 物块所受拉力 F 的冲量大小为 $Ft\cos\theta$

C. 物块所受重力的冲量大小为零

D. 物块所受合力的冲量大小为 $2mv$

【答案】D

【解析】

【详解】AB．物块所受拉力 F 的冲量为

$$I_F=Ft$$

方向与水平方向夹角为 θ，故 AB 错误；

C．物块所受重力的冲量为

$$I_G=mgt\neq0$$

故 C 错误；

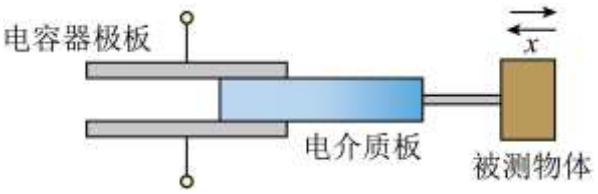
D．由动量定理可知

$$I_{合}=2mv$$

故 D 正确；

故选 D。

8. 如图所示，当被测物体在左、右方向发生位移时，电介质板随之在电容器两极板之间移动。物体位置变化时，电容器电容C也会发生变化。从图中位置开始计时，关于物体的运动则下列说法正确的是（　　）



A. 电容C增大，说明物体在向右运动

B. 电容C减小，说明物体在向左运动

C. 电容C均匀增大，说明物体在向左匀速运动

D. 电容C均匀减小，说明物体在向左匀速运动

【答案】C

【解析】

【详解】AB．当物体向右运动时，电介质插入两板间的长度减小，根据

$$C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$$

可知电容C减小；同理，物体向左运动时，电容C变大，选项AB错误；

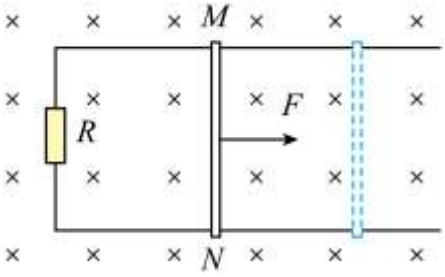
CD．根据

$$C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$$

可知，若电容C均匀增大，说明电介质插入两板间的长度均匀增加，说明物体在向左匀速运动，选项C正确，D错误。

故选C。

9. 如图所示，在竖直向下的匀强磁场中，水平U型导体框左端连接一阻值为R的电阻，质量为m、电阻为r的导体棒MN置于导体框上。不计导体框的电阻、导体棒与导体框间的摩擦。导体棒在水平向右恒定外力F作用下由静止开始运动，运动过程中导体棒与导体框的上下轨道保持垂直，且接触良好，水平恒定外力F始终与导体棒垂直。在导体棒移动距离为x的过程中（　　）



A. 电阻R两端电压随着时间均匀增大

B. 流过导体棒电荷量为$\frac{BLx}{R+r}$

C. 电阻R消耗的电能等于Fx

D. 导体棒动量增加量为$\frac{B^2L^2x}{R}$

【答案】B

【解析】

【详解】A．由牛顿第二定律可知

$$F-\frac{B^2L^2v}{R+r}=ma$$

随着导体棒速度的增加，则加速度逐渐减小，最后当加速度减为零时导体棒做匀速运动；

而由

$E=BLv$

$$U_R=\frac{ER}{R+r}=\frac{R}{R+r}BLv$$

因开始阶段速度随时间不是按线性增加，则 R 两端电压随时间不是均匀增加，况且最终导体棒匀速运动时，R 两端电压不变，选项 A 错误；

B．流过导体棒电荷量为

$$q=\bar{I}\Delta t=\frac{\overline{E}}{R+r}\Delta t=\frac{\Delta\Phi}{R+r}=\frac{BLx}{R+r}$$

选项 B 正确；

C．由能量关系可知

$$Fx-W_{安}=\frac{1}{2}mv^2$$

其中

$$W_{安}=Q$$

则电路消耗的总电能

$$Q<Fx$$

电阻 R 消耗的电能

$$Q_R=\frac{R}{R+r}Q<\frac{R}{R+r}Fx<Fx$$

D．根据动量定理可知

$$Ft-B\bar{I}L\Delta t=\Delta p$$

$$q=\bar{I}\Delta t=\frac{BLx}{R+r}$$

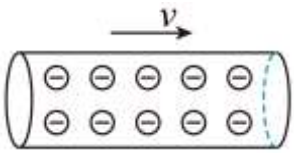
可得

$$\Delta p=Ft-\frac{B^2L^2x}{R+r}$$

选项 D 错误；

故选 B。

10. 如图所示，一根均匀带电的长直橡胶棒沿其轴线方向做速度为 v 的匀速直线运动。已知棒的横截面积为 S，单位体积内所带的电荷量为 $-q$。由于棒的运动而形成的等效电流（　　）



A. 大小为 qv，方向与 v 相同　　B. 大小为 qv，方向与 v 相反

C. 大小为 qSv，方向与 v 相同　　D. 大小为 qSv，方向与 v 相反

【答案】D

【解析】

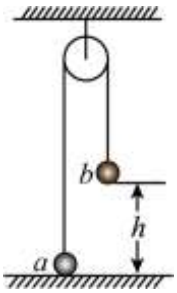
【详解】橡胶棒带负电，等效电流方向与 v 的方向相反，由电流的定义式可得

$$I=\frac{Q}{t}=\frac{vtSq}{t}=qSv$$

故 D 正确，ABC 错误。

故选 D。

11. 如图所示，一条轻绳跨过定滑轮，绳的两端各系一个小球 a 和 b，用手托住球 b，当绳刚好被拉紧时，球 b 离地面的高度为 h，球 a 静止于地面。已知球 a 的质量为 m，球 b 的质量为 $3m$，重力加速度为 g，定滑轮的质量及轮与轴间的摩擦均不计。若无初速度释放球 b，则下列判断正确的是（　）



A. 在球 b 下落过程中，绳子的拉力大小为 $\frac{5}{2}mg$

B. 在球 b 下落过程中，球 b 的机械能减小 $3mgh$

C. 在球 b 下落过程中，球 a 的机械能增加 $\frac{3}{2}mgh$

D. 在球 b 下落过程中，绳对球 a 拉力冲量大小为 $3mg\sqrt{h}$

【答案】C

【解析】

【详解】A．以 a、b 研究对象，根据牛顿第二定律

$3mg - mg = 4ma$

解得

$$a=\frac{g}{2}$$

对 a 球受力分析有

$T - mg = ma$

解得

$$T=\frac{3}{2}mg$$

A 错误；

B．在球 *b* 下落过程中，球 *b* 的机械能减小量，即拉力做的功

$$\Delta E=W=-Th=-\frac{3}{2}mgh$$

B 错误；

C．在球 *b* 下落过程中，球 *a* 的机械能的增加量，即拉力做的功

$$\Delta E=W=Th=\frac{3}{2}mgh$$

C 正确；

D．在球 *b* 下落过程中，根据

$$h=\frac{1}{2}at^2$$

解得

$$t=2\sqrt{\frac{h}{g}}$$

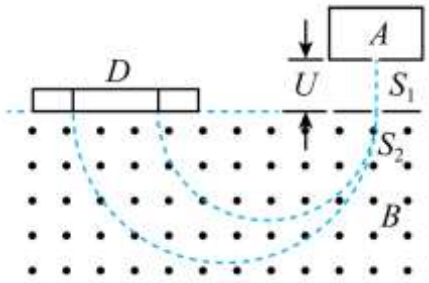
则在球 *b* 下落过程中，绳对球 *a* 拉力冲量大小为

$$I=Tt=3m\sqrt{gh}$$

D 错误。

故选 C。

12. 如图所示为某种质谱仪工作原理示意图，离子从电离室 A 中的小孔 S_1 飘出（初速度不计），经相同的加速电场加速后，通过小孔 S_2，从磁场上边界垂直于磁场方向进入磁感应强度为 B 的匀强磁场中，运动半个圆周后打在照相底片 D 上并被吸收形成谱线。照相底片 D 上有刻线均匀分布的标尺（图中未画出），可以直接读出离子的比荷。下列说法正确的是（　　）



A. 加速电压越大，打在底片上同一位置离子的比荷越大

B. 磁感应强度越大，打在底片上同一位置离子的比荷越大

C. 磁感应强度越大，打在底片上同一位置离子的电荷量越大

D. 若将该装置底片刻度标注的比荷值修改为同位素的质量值，则各刻线对应质量值是均匀的

【答案】A

【解析】

【详解】ABC．在加速电场中，根据动能定理

$$qU=\frac{1}{2}mv^2$$

在偏转磁场中，洛伦兹提供向心力

$$qvB=m\frac{v^2}{r}$$

打在屏上的位置

$d=2r$

联立可得

$$\frac{q}{m}=\frac{8U}{d^2B^2}$$

则加速电压越大，打在底片上同一位置离子的比荷越大；磁感应强度越大，打在底片上同一位置离子的比荷越小；磁感应强度越大，打在底片上同一位置离子的电荷量不一定越大，选项 A 正确，BC 错误；

D．根据

$$\frac{q}{m}=\frac{8U}{d^2B^2}$$

可得

$$d=\sqrt{\frac{8mU}{qB^2}}$$

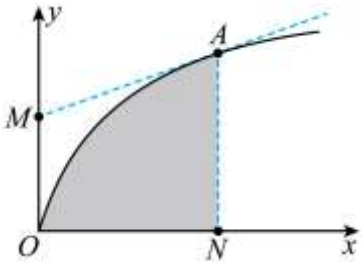
对同位素电量 q 相等，则

$$d\propto\sqrt{m}$$

则若将该装置底片刻度标注的比荷值修改为同位素的质量值，则各刻线对应质量值不是均匀的，选项 D 错误。

故选 A。

13. 如图所示，若令 x 轴和 y 轴分别表示某个物理量，则图像可以反映某种情况下物理量之间的关系，图线上任一点的切线斜率、图线与 x 轴围成的面积有时也有相应的物理含义。A 为图线上一点，过 A 点作图线的切线交 y 轴于 M 点，过 A 点作垂线交 x 轴于 N 点，切线 AM 的斜率记为 k，图线与 x 轴围成的阴影面积记为 S。下列说法正确的是（　）



A. 对于一段只含有电热元件的电路，若 x 轴表示电流 I，y 轴表示电压 U，斜率 k 可以表示电热元件的电阻大小

B. 对于某电容器的充电过程，若 x 轴表示电量 q，y 轴表示电容器两端电压 U，斜率 k 可以表示电容器的电容大小

C. 对于做匀变速曲线运动的物体，若 x 轴表示运动时间 t，y 轴表示物体所受合力 F，面积 S 可以表示时间 t 内的合外力冲量大小

D. 对于做圆周运动　物体，若 x 轴表示半径 r，y 轴表示角速度 ω，面积 S 可以表示对应半径变化的线速度大小的变化

【答案】C

【解析】

【详解】A．若 x 轴表示电子原件两端的电压 U，y 轴表示流过它的电流 I，而

$$R=\frac{U}{I}\neq\frac{\Delta U}{\Delta I}$$

则图像切线的斜率不表示电阻大小，A 错误；

B．根据电容的定义式

$$C=\frac{q}{U}\neq\frac{\Delta q}{\Delta U}$$

对于某电容器的充电过程，若 x 轴表示电量 q，y 轴表示电容器两端电压 U，斜率 k 不可以表示电容器的电容大小，B 错误；

C．对于做匀变速曲线运动的物体，若 x 轴表示运动时间 t，y 轴表示物体所受合力 F，则合外力冲量为

$$I=F\Delta t$$

根据微元法可知，面积 S 可以表示时间 t 内的合外力冲量大小，C 正确；

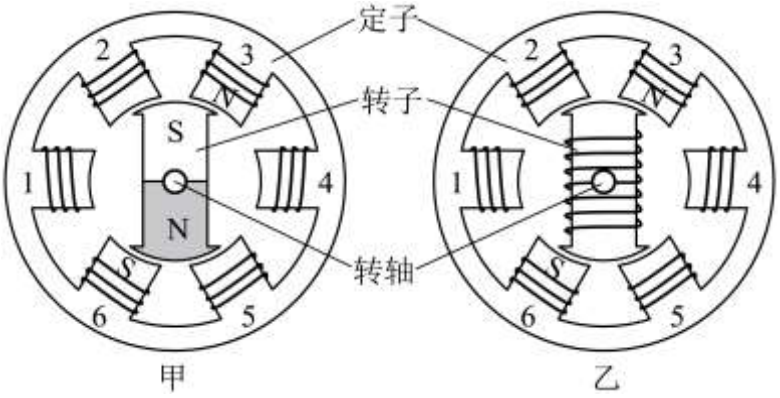
D．对于做圆周运动的物体，若 x 轴表示半径 r，y 轴表示角速度 ω，对应半径变化的线速度大小为

$$v=\omega r$$

则面积 S 不可以表示对应半径变化的线速度大小的变化，D 错误。

故选 C。

14. 加速性能、电能利用率、动能回收等是电动汽车电机的重要指标。如图所示，甲、乙分别是目前被广泛采用的两种电机的简化原理示意图，它们的相同点是利用作为定子的电磁铁（1 和 4；2 和 5；3 和 6）三组线圈交替产生磁场，实现了电磁铁激发的磁场在平面内沿顺时针方向转动的效果，以驱动转子运动；不同的是甲图所示电机的转子是一个永磁铁，而乙图所示电机的转子是绕在软铁上的闭合线圈。通过电磁驱动转子转动，可以为电动汽车提供动力。若假定两种电机的每组电磁铁中电流变化周期和有效值均相同，下列说法正确的是（　　）



A. 若减小两种电机的每组电磁铁中电流变化周期，则电机稳定工作时，两电机转子运动周期会增大

B. 若增大两种电机的每组电磁铁中电流有效值，则电机稳定工作时，乙电机产生的热功率会增大

C. 电机稳定工作时，甲电机转子的转速与电磁铁激发磁场的转速不同

D. 刹车（停止供电）时，乙电机转子由于惯性继续旋转，可以通过反向发电从而回收动能

【答案】B

【解析】

【详解】A．若减小两种电机的每组电磁铁中电流变化周期，则电机稳定工作时，两电机转子运动周期会减小，故 A 错误；

B．乙电机中，转子也会产生焦耳热，若增大两种电机的每组电磁铁中电流有效值，则电机稳定工作时，乙电机产生的热功率会增大，故 B 正确；

C．电机稳定工作时，甲电机转子的转速与电磁铁激发磁场的转速相同，故 C 错误；

D．刹车（停止供电）时，乙电机转子失去磁性，则无法通过反向发电从而回收动能，故 D 错误。

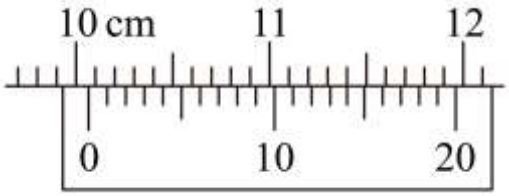
故选 B。

第二部分

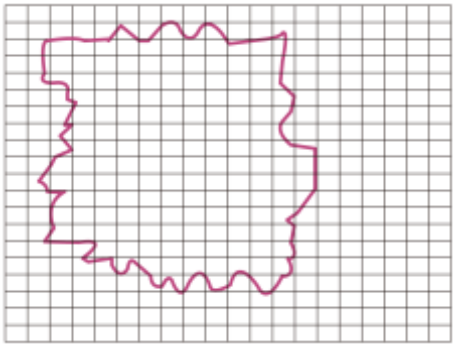
本部分解答题共 6 题；

15. 物理实验一般都涉及实验目的、实验原理、实验仪器、实验方法、实验操作、数据分析等。例如：

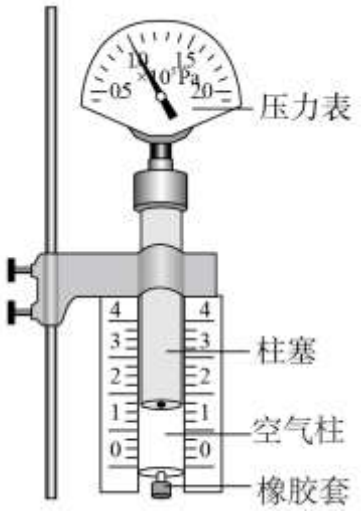
（1）实验仪器。用游标卡尺测某个杯子　深度 h，示数如图所示，则该杯子的深度为 h = _____cm。



（2）用“油膜法估测油酸分子的大小”实验中，配制的油酸酒精溶液的浓度为每 500mL 溶液中有纯油酸 2mL，用注射器取 1mL 该油酸酒精溶液，滴入烧杯中，记录液滴共 60 滴。取 1 滴该溶液滴入盛水的浅水盘里，待水面稳定后，在带有坐标方格的玻璃板上描下油膜边界的轮廓线，如图所示。坐标中一个小正方格的边长是 1cm。根据以上数据和测量结果，估测出的分子直径约为_____。



（3）实验原理。如图为“探究气体等温变化的规律”的实验装置图。实验时，读取空气柱的长度 L 以及此时所对应的压强 p。



①对于一定质量的封闭气体，在温度不变的情况下，若 p 与 L 的_____保持不变，即得到气体做等温变化的规律。

②某同学发现，压力表上的数值是有单位的，但是针筒旁代表空气柱长度的数值是没有单位的，他查了一下该实验装置的说明书，发现也没有对这个数值单位情况的具体说明。请分析说明这种情况的理由。（　　）

【答案】　①. 10.070　②. $5\times10^{-9}\,\mathrm{m}$　③. 乘积　④. 因为针筒上下的横截面积都相同，所以空气柱的长度就代表了空气柱的体积的情况；因为最终的结果是 p 与 V 的乘积是否不变（或者 p 与 1/V 的图像是否为一条直线，即斜率不变），所以只需要知道体积变化的倍数关系，不需要知道具体的单位数值。

【解析】

【详解】（1）[1]游标卡尺的精度为 0.01mm，主尺读数为

$$10.0\mathrm{cm}=100\mathrm{mm}$$

游标尺读数为

$$14\times0.05\mathrm{mm}=0.70\mathrm{mm}$$

故该杯子的深度为

$$h=100\mathrm{mm}+0.70\,\mathrm{mm}=100.70\mathrm{mm}=10.070\mathrm{cm}$$

（2）[2]围成的方格中，不足半个舍去，多于半个的算一个，共有 140 个方格，则油酸膜的面积约为

$$S=140\times1\times1\mathrm{cm}^2=140\mathrm{cm}^2$$

每滴酒精油酸溶液中含有纯油酸的体积为

$$V=\frac{2}{500}\times\frac{1}{60}\mathrm{mL}=\frac{2}{3}\times10^{-10}\mathrm{m}^3$$

把油酸分子看成球形，且不考虑分子间的空隙，则油酸分子直径为

$$d=\frac{V}{S}=\frac{\frac{2}{3}\times10^{-10}}{140\times10^{-4}}\mathrm{m}\approx5\times10^{-9}\mathrm{m}$$

（3）[3]对于一定质量的封闭气体，在温度保持不变时，压强与体积成反比，即压强与体积的乘积不变，得到气体做等温变化的规律。

[4]因为针筒上下的横截面积都相同，所以空气柱的长度就代表了空气柱的体积的情况；因为最终的结果是 p 与 V 的乘积是否不变（或者 p 与 $\frac{1}{V}$ 的图像是否为一条直线，即斜率不变），所以只需要知道体积变化的倍数关系，不需要知道具体的单位数值。

16. 某同学把铜片和锌片相隔约 2cm 插入一个桔子中，就制成了一个水果电池。铜片是电池的正极，锌片是负极。他所用到的器材有水果电池、电阻箱、电流表、电键和导线若干

（1）请根据上面的器材在方框中画出实验电路图。（　　）

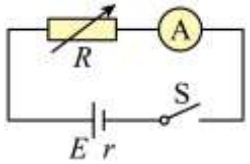


（2）实验时，用电流表和电阻箱测出多组电流 I 和电阻值 R，若要通过图像测得这个水果电池的电动势和内阻，可以选用图像为_____

A．R-I　　B．$R-\frac{1}{I}$　　C．$I-\frac{1}{R}$

（3）若用该实验方法测量水果电池的电动势和内阻，电动势的测量值_____真实值，内阻的测量值_____真实值（选填“大于”“等于”“小于”）。

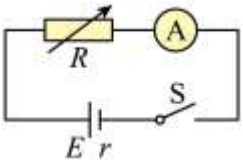
（4）该同学在断开电键准备收拾器材的时候，忽然想起测量干电池电动势时，可以将学生用指针式电压表（量程 0～3V，内阻约 3kΩ）直接接到干电池的正负极，因此该同学也将这种指针式电压表直接接到了桔子电池的正负极，但是测得的数值与用图像测得的电动势数值差距很大。设直接用指针式电压表测得的电动势用 E_2 表示，该同学用图像法测得的电动势用 E_1 表示，请分析说明这两个值哪一个更大。（　　）

【答案】　①. 

②. B　③. 等于　④. 大于　⑤. E_1 更大，因为电压表的内阻约为 3kΩ，桔子电池的内阻约为几 kΩ；若将电压表直接接到桔子电池的正负极时，电压表的示数为外电路电压，约为电动势的一半左右，因此电压表的示数 E_2 小于电动势 E_1。

【解析】

【详解】（1）[1]实验电路图如图



（2）[2]根据

$$E=I(R+r)$$

可得

$$R=E\cdot\frac{1}{I}-r$$

则做出 $R\text{-}\frac{1}{I}$ 图像，由斜率可知电动势 E，由截距可知内阻 r，故选 B。

（3）[3][4]考虑到电流表内阻的影响，实际上根据

$$E = I(R + r + R_A)$$

可得

$$R = E \cdot \frac{1}{I} - (r + R_A)$$

则电动势的测量值等于真实值，内阻的测量值为

$$r_{测} = r + R_A$$

即大于真实值。

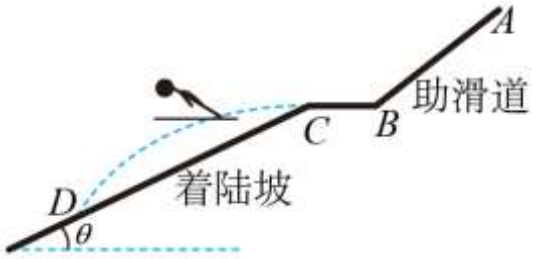
（4）[5]E_1 更大，因为电压表的内阻约为 3kΩ，桔子电池的内阻约为几 kΩ；若将电压表直接接到桔子电池的正负极时，电压表的示数为外电路电压，约为电动势的一半左右，因此电压表的示数 E_2 小于电动势 E_1。

17. 2022 年我国举办了第二十四届冬奥会，跳台滑雪是其中最具观赏性的项目之一、如图所示为某滑道示意图，长直助滑道 AB 与起跳平台 BC 平滑连接，C 点是第二段倾斜雪坡（着陆坡）的起点，着陆坡与水平面的夹角 θ = 37°。质量 m=80kg 的运动员从 A 处由静止开始匀加速下滑，加速度 a = 4m/s^2，到达 B 点时速度 v_B =30 m/s。经过一段时间后从 C 点沿水平方向飞出，在着陆坡上的 D 点着陆。已知 CD 间的距离 L=75m，sin37°=0.60，cos37° = 0.80，取重力加速度 g =10 m/s^2，将运动员视为质点，忽略空气阻力的影响。

（1）求运动员在 AB 段运动的时间 t；

（2）若运动员在 BC 段没有助滑，仅在摩擦力作用下运动，求 BC 段摩擦力所做的功；

（3）求运动员落在着陆坡上 D 点时所受重力做功的瞬时功率 P。



【答案】（1）7.5s；（2）$-2\times10^4\,\mathrm{J}$；（3）$2.4\times10^4\,\mathrm{W}$

【解析】

【详解】（1）由题意得，运动员在 AB 段运动的时间为

$$t = \frac{v_B}{a} = 7.5\mathrm{s}$$

（2）从 C 点飞出后，水平方向做匀速直线运动，竖直方向做自由落体运动，由几何关系知

$$L\cos 37° = v_0 t_1$$

$$L\sin 37° = \frac{1}{2} g t_1^{\,2}$$

解得

$$t_1 = 3\mathrm{s}$$

$v_0 = 20\text{m/s}$

所以从 *B* 到 *C* 由动能定理得

$$W_{\text{f}} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$$

解得 *BC* 段摩擦力所做的功为

$$W_{\text{f}} = -2\times10^4\text{J}$$

（3）因为落在着陆坡上 *D* 点时的竖直方向速度为

$v_y = gt_1 = 30\text{m/s}$

运动员落在着陆坡上 *D* 点时所受重力做功的瞬时功率为

$$P = mgv_y = 2.4\times10^4\text{W}$$

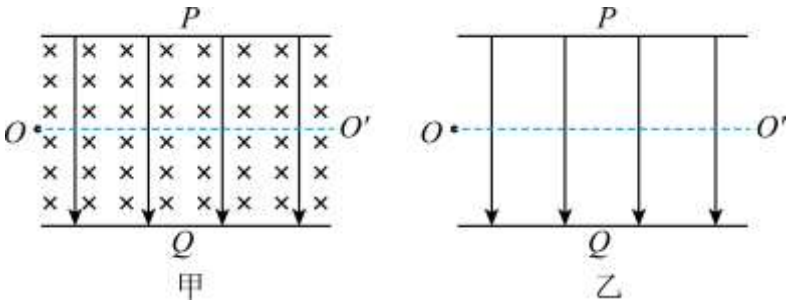
18. 如图甲所示，板长均为 $3d$ 的两平行金属板 *P* 和 *Q* 之间有相互垂直的匀强电场和匀强磁场，磁感应强度的大小为 *B*，磁场的方向垂直纸面向里，电场方向垂直金属板向下，两板间距为 $2d$。有一带正电粒子以速度 v_0 从两板间中点 *O* 沿垂直电场和磁场的方向射入，恰好能沿中心线 OO' 做直线运动。不计粒子所受到的重力以及平行板的边缘效应。

（1）求电场强度 *E*

（2）如图乙所示，仅撤去磁场，带电粒子仍以速度 v_0 从 *O* 点沿中心线 OO' 垂直电场射入，恰好能从 *Q* 板的右边缘飞出。

a．求带电粒子的比荷 $\frac{q}{m}$；

b．以 *O* 点为坐标原点，OO' 方向为 *x* 轴正方向，垂直于金属板向下为 *y* 轴正方向，建立平面直角坐标系，写出带电粒子在电场中运动的轨迹方程。



【答案】（1）$E = Bv_0$；（2）a．$\frac{q}{m} = \frac{2v_0}{9dB}$；b．$y = \frac{x^2}{9d}$

【解析】

【详解】（1）洛伦兹力与电场力平衡

$qv_0B = qE$

解得

$E = Bv_0$

（2）a．在电场中做类平抛运动，垂直电场方向

$$3d = v_0 t$$

沿着电场方向

$$a = \frac{Eq}{m}$$

根据运动学公式

$$d = \frac{1}{2}at^2$$

联立解得

$$\frac{q}{m} = \frac{2v_0}{9dB}$$

b．根据

$$y = \frac{1}{2}at^2$$

$$x = v_0 t$$

联立可得

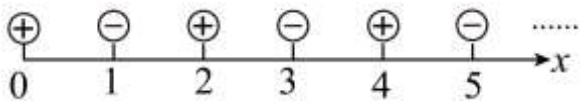
$$y = \frac{x^2}{9d}$$

19. 很多宏观现象，其本质是由微观粒子的运动所体现出的结果。



（1）固体的宏观性质与固体分子的微观结构有着紧密联系。内陆盐矿中开采的氯化钠称为岩盐，岩盐的颗粒很大，我们能清楚地看出它的立方体形状。把大颗粒的岩盐敲碎后，小颗粒的岩盐仍然呈立方体形状。为了理解这个现象，可以做如下定性、半定量的分析。

考虑由电荷量相同的正、负离子间隔排列形成的一维直线分子。这些离子之间的距离都相等，且相互作用力均可近似为点电荷之间的电场力。假设 $x = 0$ 处离子受到 $x = 1$ 处离子的作用力大小为 F_0。



a．写出 $x = 0$ 处离子受到的右侧所有离子电场力的准确表达式，并说明合力的方向。（　）

b．有人提出下述观点：“仅考虑与 $x = 0$ 处离子的最近邻 $x = 1$ 处离子和次近邻 $x = 2$ 处离子对 $x = 0$ 处离子的作用力即可作为所有离子对 $x = 0$ 处离子合力的近似值。”在下表格中填写“是”或者“否”。判断这样的近似是否合理。

近似计算的结果与精确计算结果相比

合力的大小变化超过 10%	合力的方向发生变化	这样的近似较为合理
———————————	—————————	—————————

（2）一横截面为 S 的圆板正以 v 的速度在空气中向右运动。为简化问题，我们将空气分子视为质量为 m 的小球，空气分子与圆板碰撞前后瞬间相对圆板的速率不变。

a．若不考虑空气分子的热运动，单位体积内的分子个数为 n，求空气对圆板的作用力 F；（　）

b．实际上，空气分子在不停地做热运动，假定分子热运动平均速率为 $5v$，单位体积内与圆板垂直碰撞的分子个数为 n'，若仅考虑与圆板垂直碰撞的空气分子，求空气对圆板的作用力 F'。（　）

【答案】　①. $F=F_0\cdot\left[\frac{1}{1^2}-\frac{1}{2^2}+\frac{1}{3^2}-\frac{1}{4^2}+\ldots+\frac{1}{(2n-1)^2}-\frac{1}{(2n)^2}\right]$（$r$ = 1，n = 1，2，3…），方向沿 x 轴正方向

②. 否　③. 否　④. 是　⑤. $F=2nmSv^2$　⑥. $F'=40n'mSv^2$

【解析】

【详解】（1）*a*．[1]离子之间的距离都相等，且相互作用力均可近似为点电荷之间的电场力，与距离平方成反比，假设 x = 0 处离子受到 x = 1 处离子的作用力大小为 F_0

$$F_{10}=F_0,\ F_{20}=-\frac{1}{2^2}F_0,\ F_{30}=\frac{1}{3^2}F_0,\ F_{40}=-\frac{1}{4^2}F_0\ldots$$

x = 0 处离子受到的右侧所有离子电场力

$$F=F_0\cdot\left[\frac{1}{1^2}-\frac{1}{2^2}+\frac{1}{3^2}-\frac{1}{4^2}+\ldots+\frac{1}{(2n-1)^2}-\frac{1}{(2n)^2}\right]$$（r = 1，n = 1，2，3…）

方向沿 x 轴正方向。

b．[2]x = 1 处离子和次近邻 x = 2 处离子对 x = 0 处离子的作用力

$$F'=F_0\cdot(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{2^2})$$

根据数学计算可知

$$\frac{F-F'}{F}<10\%$$

[3]因为 x = 1 处离子对 0 处离子作用力更大，且方向向 x 轴正方向，次近邻 x = 2 处离子对 0 处离子作用力小，方向向 x 轴负方向，合力方向不变。

[4]这样近似较为合理。

（2）*a*．[5]设时间 t 内，根据动量定理

$$Ft=m'v-(-m'v),\ m'=vtSnm$$

解得

$$F=2nmSv^2$$

b．[6]以空气分子为研究对象，并以圆板为参照系，取向右为正，在圆板的正面有

$v_{正}=5v+v$

根据动量定理有

$F_{正}\Delta t=m_{正}v_{正}-（-m_{正}v_{正}）$，$m_{正}=n'Sv_{正}\Delta tm$

解得

$F_{正}=72mn'Sv^2$

在圆板的反面有

$v_{反}=5v-v$

根据动量定理有

$-F_{反}\Delta t=-m_{反}v_{反}-m_{反}v_{反}$，$m_{反}=n'Sv_{反}\Delta tm$

解得

$F_{反}=32mn'Sv^2$

则空气对圆板的作用力

$F'=F_{正}-F_{反}=40mn'Sv^2$

20. 某同学做拍篮球的游戏，篮球在球心距地面高 h_1=0.9m 范围内做竖直方向的往复运动。在最高点时手开始击打篮球，球落地后反弹，与地面作用的时间 t=0.1s，反弹速度 v_2 的大小是刚触地时速度 v_1 大小的$\frac{4}{5}$，且反弹后恰好到达最高点。已知篮球的质量 m=0.5kg，半径 R=0.1m。设地面对球的作用力可视为恒力，忽略空气阻力，取重力加速度 g=10m/s^2。求：

（1）地面对球的弹力大小；

（2）每次拍球时手对球做功 W。

【答案】（1）$F=50\text{N}$；（2）W=2.25J

【解析】

【详解】（1）从球反弹后至达最高点，此过程，由

$$0-v_2^2=-2g\left(h_1-R\right),$$

可得

$$v_2=\sqrt{2g\left(h_1-R\right)}=4\text{m/s}$$

设球与地面接触时加速度为a，由题知

$$v_1=\frac{5}{4}v_2=5\text{m/s}$$

球下落刚触地至反弹后刚离开地面过程，设向上为正方向，设地面对球的平均作用力为 F，球触地过程受力如图



由动量定理

$$\left(F-mg\right)t=mv_2-m\left(-v_1\right)$$

代入数据解得

$$F=50\text{N}$$

（2）手做功等于球与地面碰撞时的能量损失

$$W=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv_2^2$$

代入

$$W=2.25\text{J}.$$

21. 某同学在原地进行单手运球训练中发现，让篮球从静止开始下落并自由弹起，弹起的最大高度比原来低 20cm。为了让篮球每次都能弹回原来的高度，当球回到最高点时，向下拍打一次球，每分钟拍打 100 次，篮球质量为 0.6kg。取重力加速度 g=10m/s^2。不计空气阻力和拍球瞬间的能量损失，则该同学每次拍打篮球需做功为_____J，拍打篮球的平均功率为_____W。

【答案】 ①. 1.2 ②. 2

【解析】

【详解】[1]该同学每一次拍打小球做的功最终转化为小球的重力势能，则有

$$W=mg\Delta h=0.6\times10\times20\times10^{-2}\text{J}=1.2\text{J}$$

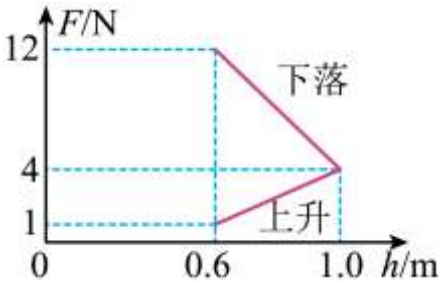
[2]每分钟做的功

$$W_{总}=nW=100\times1.2\text{J}=120\text{J}$$

该同学拍打小球 平均功率

$$P=\frac{W_{总}}{t}=\frac{120}{60}\text{W}=2\text{W}$$

22. 某中学物理研究性学习兴趣小组设计制作了一款传感器手套，他们用该手套测试同学在运球、传球、投篮时手对篮球的力的大小。某同学戴着手套原地连续在一维竖直方向练习拍球测试，通过传感器手套得到了手对篮球向下的压力 F 随篮球距地面高度 h 变化关系，如图所示。已知篮球质量为 0.6kg，取重力加速度 g=10m/s^2，不计空气阻力。求：拍球时篮球与地面碰撞前后的动能之比。



【答案】$\frac{E_{k1}}{E_{k2}}\approx\frac{9.2}{7}$（或$\frac{E_{k2}}{E_{k1}}\approx76.1\%$）

【解析】

【详解】篮球与地面碰撞前的动能

$$E_{k1}=\frac{4+12}{2}\times0.4\text{J}+0.6\times10\times1\text{J}=9.2\text{J}$$

篮球与地面碰撞后的动能

$$E_{k2}=\frac{4+1}{2}\times0.4\text{J}+0.6\times10\times1\text{J}=7\text{J}$$

可得

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} \approx \frac{9.2}{7}$$

或

$$\frac{E_{k2}}{E_{k1}} \approx 76.1\%$$