

上海市第二十七届初中物理竞赛（大同中学杯）

复赛试题（2013 年）

说明：

1. 本试卷共有五大题，答题时间为 120 分钟，试题满分为 150 分。
2. 答案及解答过程均写在答题纸上。其中第一、第二和第四大题只要写出答案，不写解答过程；第二、第五大题按题型要求写出完整的解答过程。解答过程中可以使用计算器。
3. 考试完毕后将试卷和答题纸一并交给监考人员。
4. 本试卷中常数 g 取 10 牛 / 千克；水的密度为 1.00×10^3 千克 / 米³，水的比热容 4.2×10^3 焦 / (千克 · °C)；空气密度为 1.29 千克 / 米³； $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。

一、选择题（以下每题只有一个选项符合题意，每小题 4 分，共 32 分）

1、据报道，我国载人空间站工程已正式启动实施，2020 年前后将建成规模较大、长期有人参与的国家级太空实验室。在太空实验室中可以正常使用的实验器具是（ ）

- A. 天平、测力计、电磁炉、微波炉；
- B. 测力计、液体温度计、微波炉、指针式电压表；
- C. 机械式秒表、超声波测距仪、液体式气压计；
- D. 测力计、滴（液）管、数字式电压表和电流表。

2、我国载人神舟飞船返回舱的表面有一层叫做“烧蚀层”的物质（如图 1 所示），可以在返回大气层时保护返回舱不因高温而烧毁。烧蚀层能起这种作用，除了它的隔热性能外，还主要由于（ ）

- A、它能把热辐射到宇宙空间；
- B、它的硬度大，飞行时不易损坏；
- C、它在汽化时能吸收大量的热；
- D、它的表面非常光滑，能减少舱体与空气的摩擦。



图 1



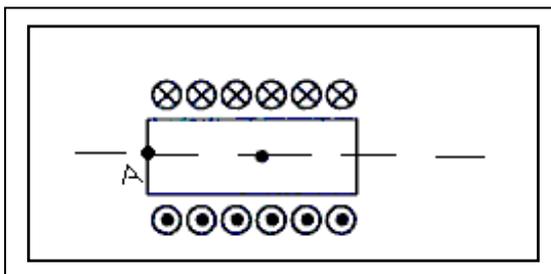
图 2

3、在蜻蜓翅膀末端的前缘，会看到有一块加厚而发暗的色素斑，生物学上它被称为“翅痣”，如图 2 所示，它的作用可能是（ ）

- A、吸收太阳的光能，产生飞行的动力；
- B、发出超声波，通过吸收反射波辨别方位，给蜻蜓的飞行导航；
- C、调整翅膀的振动，减弱飞行过程中翅膀上的有害振动；
- D、就像人的眼睛一样，通过吸收红外线，来获取外界的信息。

4、如图 3 所示，是一根长直密绕通电螺线管的剖面图，A、B 分别是在螺线管轴线上的两点，A 点在螺线管的端面处，B 点在螺线管的内部，则 B 点的磁场（ ）

- A、比 A 点磁场强；
- B、比 A 点磁场弱；
- C、与 A 点磁场大小相等；
- D、无法确定。



5、如图 4 所示，是一种装咖啡的壶。咖啡壶的侧面装有一个透明的长直玻璃管，它和咖啡壶构成了一个连通器，用以显示壶中液面的高度。当阀门（俗称龙头）打开后，就会有咖啡流出，阀门关闭时，咖啡立即停止流出，那么玻璃管中的咖啡液面的变化情况是（ ）

- A、无论阀门打开还是关闭，都始终和壶中的液面等高；
- B、阀门打开时和壶中的液面等高，阀门关闭时先上升到比壶中液面稍高处，然后再降到和壶中液面等高处；
- C、阀门打开时会突然上升一小段高度，阀门关闭时先下降到比壶中液面稍低处，然后再升到和壶中液面等高处；
- D、阀门打开时会突然下降一小段高度，阀门关闭时先上升到比壶中液面稍高处，然后再降到和壶中液面等高处。

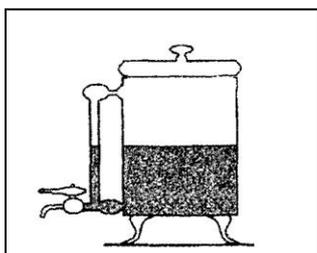


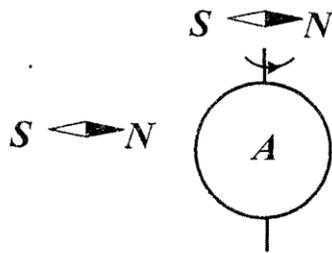
图 4

6、如图 5 所示，是某同学用一次性纸杯自制的走马灯模型，用支架支在白炽灯上，点亮白炽灯，纸杯就旋转了起来。更换不同瓦数的白炽灯泡，以及利用透明塑料片卷成的不同长度的圆筒加在走马灯上方，都可以观察到纸杯的转速发生了改变。同学们就此发表了四条意见：

- ① 因为空气对流，纸杯发生了旋转；
- ② 塑料圆筒长度越长，纸杯旋转得越慢；
- ③ 白炽灯

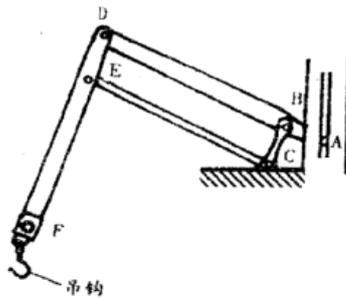
玛射线”)，射电望远镜的工作时段是_____ (选填“只能白天工作”、“只能夜晚工作”、“只能在晴朗的天气工作”、“可以全天候工作”)。

10、如图 7 所示，A 球为均匀带正电的绝缘球体，当它绕着自己的轴做逆时针旋转（由上往下看）时，则 A 球上方的小磁针的 N 级将_____，A 球左侧的小磁针的 N 级将_____ (均选填：“指向左”、“指向右”、“指向上方”、“指向下方”)。



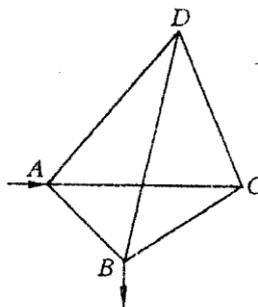
(图 7)

11、如图 8 所示，是一个简易的吊钩装置，它是由 4 根长度不一的刚性轻杆 AD、DF、BC、CE 铰接而成，A 端通过固定转动轴连接在墙上，C 端可以在光滑水平地面上左右自由移动。L1 表示 AD 的长度，L2 表示 AB 的长度，L3 表示 DF 的长度，L4 表示 BC 的长度，忽略吊钩到 F 点的长度，BCED 构成一个平行四边形。若吊钩上不管挂上多重质量的物体，吊钩装置在水平面上的不同位置时都能处于平衡状态，则 L1、L2、L3、L4 必须满足的关系是_____。吊钩装置处于平衡状态时，C 端受到地面的作用力方向为_____。



(图 8)

12、如图所示，正四面体 ABCD 金属丝框架，接在直流电源上，电流从 A 点进，B 点出，四面体各棱的电阻相同，都为 R。则 A、B 两点之间的阻值为_____；若将 A、B、C、D 各点之间的棱任意拆去一个，则 A、B 两点之间的最大阻值为_____。



13、各种运动比赛常以体重区分量级。已知运动员肌肉施力的大小与肌肉的截面积成正比。假设运动员的形体虽有不同，但密度几乎相等，且肌肉的伸缩速率也大致相同，则运动员运动的功率 P 与其质量 M 的关系可以写成 $P=KM^x$ ，式中的 K 为一比例常数。由此可推出 x 的大小为_____。

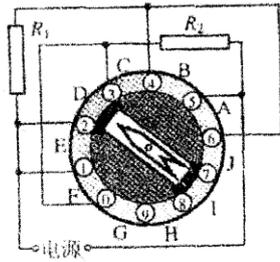
三、计算题（本题共 33 分）

14、（9 分）已知太阳正射到地球表面每平方米上的功率为 1.0 千瓦，现有一太阳能热水器，其收集阳光的面积为 3.0×8.0 米²，转换太阳辐射能为水的热能的效率为 80%，假设此热水器的进水温度与室温皆为 25℃，该热水器的热量损失率正比于热水器内水温与室温之温差。当热水器出水口关闭时，经过长时间照射后，热水器内的水温可以达到 85℃，问当热水器以每分钟 6 升的流量出水，经过一段时间后，其稳定的出水温度为多少摄氏度？

15、（12 分）如图 9 是多档位电热器的电路图，电热器内只有两个阻值分别为 $R_1=50$ 欧和 $R_2=100$ 欧的电热丝；旋转开关内有一块绝缘圆盘，在圆盘的边缘依次有“0、1、2-----9”共 10 个金属触点；可以绕中心轴转动的旋钮开关两端各有一个金属滑片，转动旋钮开关可以将相邻的触点连接。如旋钮上的箭头指向图中位置 D 时，金属滑片将 2、3 触点接通，同时另一端将 7、8 触点接通。电源电压为 220 伏。用这个旋转开关可以实现电热器有多档位加热功率的要求。请回答：

（1）该电热器可有几个不同加热档位？

（2）将此电热器接入家庭电路中，电热器在正常工作时每个档位的功率各是多大？并分别指出旋钮开关接在哪个档位。



(图 9)

16、(12 分) 某密闭房间内有一台空调，当房间内温度为 t_2 ，房间外温度为 t_1 ，正常工作时空调每秒消耗的电功 $W=2$ 千焦，此时空调每秒从房间吸取的热量为 Q_2 ，向室外释放的热量为 Q_1 ， W 与 Q_2 、 Q_1 之间满足如下关系式：

① $W + Q_2 = Q_1$ ；② 设： $T = t + 273$ ，则有： $Q_2/Q_1 = T_2/T_1$

若室外向房间每秒漏进（或漏出）的热量与房间内外的温差成正比。当室外温度为 30°C ，温度控制器开关使其间断运转 30% 的时间（例如开了 3 分钟就停 7 分钟，如此交替开停），发现这时室内保持 20°C 不变。试问：

① 在夏天仍要求维持室内温度为 20°C ，则该空调器可允许正常连续运转的最高室外温度是多少摄氏度？

② 若在冬天，空调从外界吸热，向室内放热，仍要求维持室内为 20°C ，则它能正常运转的最低室外温度是多少摄氏度？

四、实验题（本题共 27 分）

17、（12 分）某同学利用以下实验器材测量一个输出电压恒定，但是数值未知的电源。

实验器材有：两个电阻箱 R_1 和 R_2 、一个理想的测量值为 $50\mu\text{A}$ 的直流电流表 G （电流表上只有 0 刻度和最大刻度）、一个电流表保护电阻 R_g （阻值未知）、一个电键、若干导线。他设计了如下电路图，进行了如下操作。请在横线处填写必要的文字或数据，使整个实验操作过程完整、正确。

第一步操作：先不接电阻箱 A _____（选填“ R_1 ”或“ R_2 ”），其它元件按如图接上。合上电键 S ，调节另一电阻箱 B 的阻值，让电流表的指针指在_____（选填“0 刻度”或“最大刻度”），记下此时电阻箱 B 的示数为 27200 欧。

第二步操作：断开电键 S ，接入电阻箱 A，并将其阻值调为_____（选填“0”或“最大”），同时将电阻箱 B 的阻值减半，然后合上电键 S ，逐步_____（选填：“增大”或“减小”）电阻箱_____（选填：“A”或“B”）的阻值，使电流表的指针指在_____（选填“0 刻度”或“最大刻度”）位置，记下此时电阻箱的示数为 3160 欧。

根据以上测得值，可以推算出 R_g 的阻值为_____欧；被测电源的电压为_____伏。
（结果请保留小数点后两位）

18、（15 分）现有下列实验器材：物理天平一台，盛有水的烧杯一个，铜管材料一小块，蜡（蜡芯材料）一大块和细线若干。某学生在没有测量比度的器材的情况下，利用所给仪器，按以下实验步骤测量一根已知长度的铜管内径。已知铜管长度 $L=8.12$ 厘米，水的密度 $\rho_0=1.00$ 克/厘米³。请在横线处填写相应的表达式或数据：

- ① 调节物理天平；
- ② 把小铜块分别置于空气中、水中称量，得出平衡时砝码的质量分别为 m_1 、 m_2 ；则小铜块的密度计算表达式： $\rho_1=_____$ ；
- ③ 把小蜡块在空气中称量，平衡时砝码的质量为 m_3 ；把小铜块与小蜡块捆在一起浸没于水中称量，平衡时砝码的质量为 m_4 。则蜡的密度计算表达式： $\rho_2=_____$ ；
- ④ 将铜管中塞满蜡；
- ⑤ 把含有蜡芯的铜管分别置于空气中和水中称量，平衡时砝码的质量分别为 m 、 m' 。则可求出铜管内径 d ；

下表为某次测量得到的数据：

物理量	m1	m2	m3	m4	m	m'
平均值	6.15	5.41	4.30	4.95	17.20	13.19

根据以上数据，可求解出的铜管内径 d 的值为：

$d =$ _____。

五. 判断与说理题（本题共 28 分）

19、（12 分）某同学出家门就可以看到东方明珠塔，他拿出书包里的直尺，伸直手臂量了一下塔高 3cm，该同学记得上课时老师曾介绍过东方明珠塔高约 460m，于是他估算出他家到东方明珠的直线距离。这位同学的家旁有一个地铁站，从此站出发乘坐 N 站即可直接抵达陆家嘴。从地图上看，地铁线路接近直线。请分析说明：

（1）该学生如何估算他家到东方明珠的直线距离 L 。画出相应的示意图，并计算 L 约为多少千米。

20、（16 分）空气的阻力与速度有关，我们把研究的对象近似的简化成球体，当物体的速度比较慢时，空气阻力的表达式是 $f = 6\pi\eta rV$ ， η 是空气的黏度，取 $\eta \approx 1.8 \times 10^{-5}$ 帕·秒，不考虑它随温度的变化， r 是物体的半径， V 是物体的速度大小；当物体的速度比较快时，空气的阻力的表达式是 $f = \pi\rho_{\text{空}}r^2V^2/5$ ，式中 $\rho_{\text{空}}$ 为空气的密度。依据以上的原理，请分析以下问题：（球体的体积公式为 $V = 4\pi r^3/3$ ）

（1）试计算半径分别为 $r_1 = 10^{-6}$ 米与 $r_2 = 10^{-3}$ 米的水滴在空中竖直下落的速度，并由此说明云、雾和雨是由何种半径的水滴下落形成？

（2）在尘土飞扬的马路上洒水的物理原理是什么？

（3）PM2.5 是指大气中直径小于或等于 2.5 微米的颗粒物，也称为可入肺颗粒物，每立方米空气中这种颗粒的含量越高，就代表空气污染越严重。请简要分析 PM2.5 的来源，以及 PM2.5 在大气中的停留时间长、输送距离远的原因。