

เลขที่นั่งสอบ



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สอบปลายภาค 1/2557

วิชา PHY 305 Vacuum Technology

นักศึกษาฟิสิกส์ชั้นปีที่ 3

สอบวัน อังคาร ที่ 2 ธันวาคม 2557

เวลา 9:00 – 12:00 น.

คำชี้แจง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ คะแนนเต็ม 80 คะแนน 8 หน้า (รวมใบปะหน้า)
2. ห้ามนำตำราหรือเอกสารต่างๆ เข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณทางวิทยาศาสตร์และไม้โปรแทรกเตอร์เข้าห้องสอบได้
4. ข้อสอบไม่มีการแก้ไขใดๆ ทั้งสิ้น

ชื่อ - สกุลรหัสนักศึกษา.....ห้องสอบ

ผู้ออกข้อสอบ
อ. สมชาย ปัญญาอินแก้ว

ข้อสอบฉบับนี้ได้ผ่านการพิจารณาของกรรมการกลั่นกรองข้อสอบภาควิชาฟิสิกส์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

.....
dyce

ข้อมูลนี้อาจจะนำไปใช้ในการทำข้อสอบ

$$S_m = \frac{Q}{K_e p - p_{lim}}$$

$$U = S_m \frac{K_e}{1 - K_e}$$

$$\lambda = \frac{kT}{\sqrt{2} \pi \xi^2 p}$$

$$C = 1.15 \left(\frac{T}{M} \right)^{1/2} A$$

$$C = 1.204 \left(\frac{T}{M} \right)^{1/2} \frac{D^3}{L}$$

$$K_n = \frac{L}{p d_n}$$

Gas flow modes in vacuum systems

Flow modes

Boundaries

1. จงแปลข้อความต่อไปนี้ให้เป็นภาษาไทย (10 คะแนน)

A standard cleaning solution for glass consists of 35 parts of a saturated solution of potassium dichromate mixed with 1000 parts of concentrated sulfuric acid (chromic acid solution). The acid should be poured slowly into the dichromate solution, while stirring. The solution is most effective when hot and should be used at around 110°C . It should be red in color for best results. If the solution is muddy or greenish, it should be discarded. Often glass is first washed with a soap solution and rinsed in distilled water before using the chromic acid solution. Finally, the glass should be washed with warm distilled water and dried with hot, dust-free air. Additional precautions must be taken with glass which to be coated with a metal film in vacuum, e.g. , glass for aluminized mirrors. The treatment with chromic acid should be continued until a water film spreads uniformly over the glass surface (this indicates freedom from grease). Next dry the glass with cotton wool. Finally, polish with cotton wool and alcohol until a uniform water vapor film forms on the surface when breathed upon.

2. สารละลายชนิดหนึ่งเป็นสารละลายที่ติดไฟได้และเป็นอันตรายต่อสุขภาพเมื่อสูดดมเข้าไป จงเขียนสัญลักษณ์สากล เพื่อสื่อให้เห็นข้อควรระวังดังกล่าว (4 คะแนน)

3. Base plate ที่รองรับ vacuum chamber รูปทรงกระบอก โดย Base plate มีลักษณะเป็นวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 60 cm.หนา 3 cm. การประกอบ chamber เข้ากับ Base plate จำเป็นต้องใช้ Gasket ที่ทำด้วย “ O ” ring ที่มีความโตหรือความอ้วน 8 mm.

3.1 จงออกแบบ groove เพื่อใส่ “ O ” ring บน Base plate (6 คะแนน)

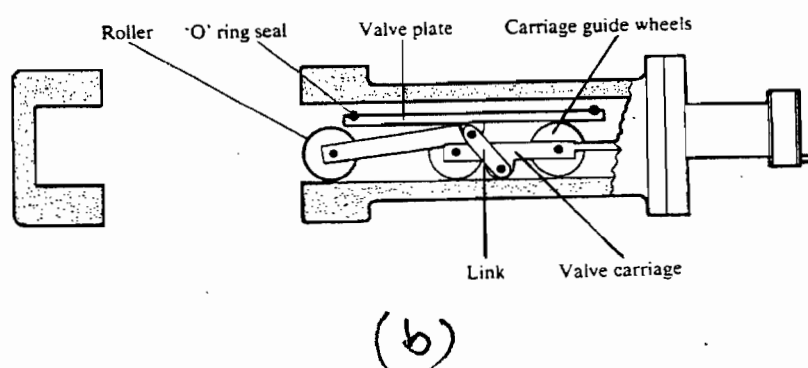
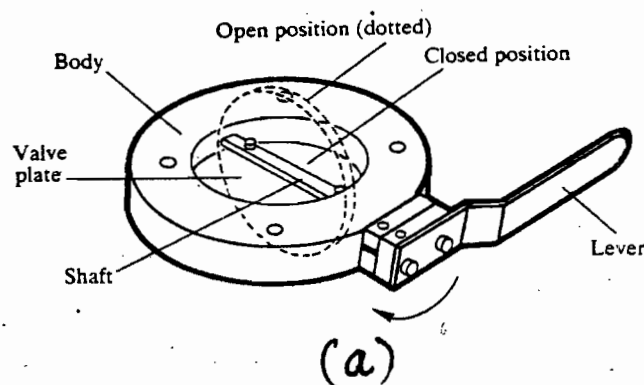
3.2 ก่อนใส่ “ O ” ring ลงไปใน groove จะต้องทำอะไรและทำไปเพื่อวัตถุประสงค์อะไร (2 คะแนน)

3.3 ถ้าต้องการนำ “ O ” ring ออกจาก groove จะต้องทำอย่างไรเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหาย (2 คะแนน)

3.4 การใช้ “ O ” ring จัดเป็นการเชื่อมต่อ (joint) แบบไหน (2 คะแนน)

4. ตามที่นักศึกษาได้เห็นกล่องพลาสติกของจริงสำหรับใช้ใส่ขนมหรืออาหาร และได้เห็นวิดิทัศน์การทำงานของกระบวนการผลิตกล่องพลาสติกผ่านทาง YOU TUBE เรียบร้อยแล้ว จงใช้ความรู้ทางด้านสุญญากาศและความรู้ด้านอื่นที่ผู้สอนได้บรรยายให้ฟังในห้องเรียน มาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างเครื่องจักรสำหรับผลิตกล่องพลาสติก (20 คะแนน)

5. จงบอกชื่อและอธิบายการทำงานพร้อมกับการนำไปใช้งานของ vacuum valve ดังแสดงในรูปมาให้กระชับและชัดเจน ห้ามอธิบายเยิ่นเย้อและตอบไม่ตรงคำถาม (12 คะแนน)



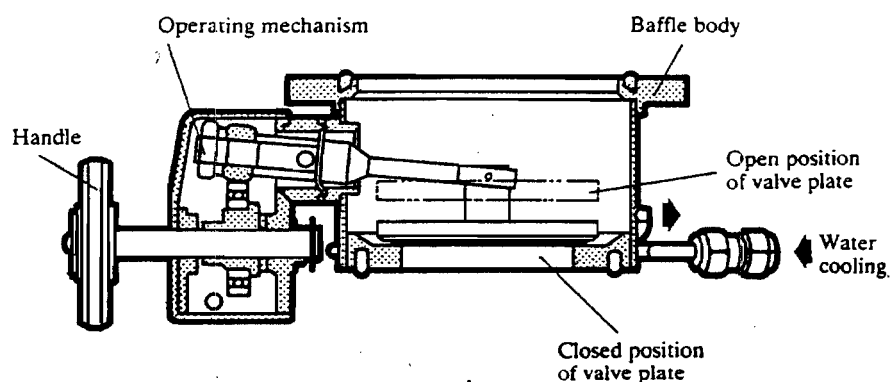


Fig. 1. (c)

6. ส่วนหนึ่งของระบบสุญญากาศแสดงดังรูป 2 หากความดันเฉลี่ยของอากาศที่ไหลผ่าน vacuum pump หมายเลข 2 มีค่า 80 Pa โดยมีค่า total gas load $8 \times 10^{-2} \text{ Pa.m}^3/\text{s}$ และ working temperature 20°C
- 6.1 จงหาค่า effective pumping speed ของ rotary pump (2 คะแนน)
 - 6.2 จงหาค่า rated pumping speed (2 คะแนน)
 - 6.3 จงเลือกชนิดและขนาดของปั๊มให้สอดคล้องกับค่าที่ได้จากการคำนวณ (2 คะแนน)
 - 6.4 จงหาค่า Conductance ของแต่ละ Element (3 คะแนน)
 - 6.5 การไหลของอากาศที่ผ่านแต่ละ Element เป็นการไหลแบบไหน (3 คะแนน)
 - 6.6 ถ้าท่อที่ใช้ทั้งหมดทุกส่วนมีขนาดเท่ากัน จงคำนวณหาขนาดของท่อ (6 คะแนน)
 - 6.7 ขนาดของท่อที่ได้จากการคำนวณในข้อ 6.6 ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริง จงแสดงวิธีทำเพื่อเลือกท่อให้มีความเหมาะสมและในการใช้จริงจะต้องเลือกใช้ท่อขนาดเท่าใด (4 คะแนน)

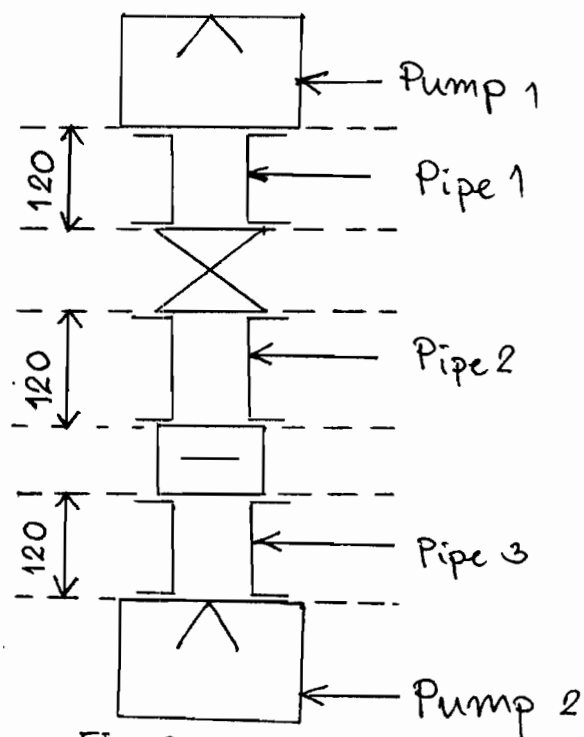


Fig. 2.

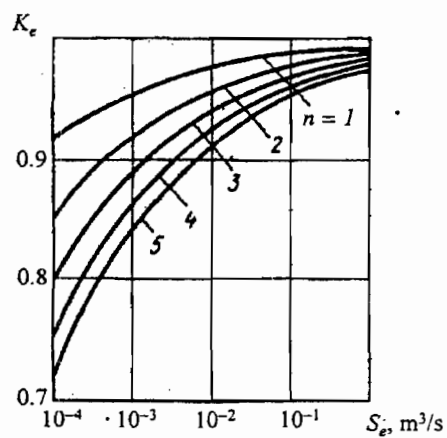


Figure 3 Recommended utilization coefficients K_e of rotary pumps in low-vacuum systems as a function of effective pumping speed S_e and the number n of elements n between the pump and the pumped object.

Table C.1 Formulas for calculating the conductances of apertures and pipelines for air at 293 K.

Element	Flow mode					
	viscous	molecular				
Round orifice with diameter d , m	$U = 160d^2$ for $\frac{p_2}{p_1} \leq 0.1$	$U = 91d^2$				
Arbitrary-shape orifice with area A , m ²	$U = 200A$ for $\frac{p_2}{p_1} \leq 0.1$	$U = 116A$				
Pipeline with diameter d and length l , m	$U = 1.36 \times 10^3 \frac{d^4}{l} p_m$	$U = 121 \frac{d^3}{l}$				
Rectangular section pipeline $a \geq b$ m	$U = 865f \frac{ab^3}{l} p_m$	$U = 308\varphi \frac{a^2 b^2}{l(a+b)}$				
Pipeline with equal-side triangle section; a is the triangle side, m	$U = 299f \frac{a^4}{l} p_m$	$U = 48.1 \frac{d^3}{l}$				
Elliptical pipeline; a is the long axis and b is the small axis, m	$U = 2.72 \times 10^3 \frac{a^3 b^3}{(a^2 + b^2)l} p_m$	$U = 171 \frac{a^2 b^2}{l \sqrt{a^2 + b^2}}$				
Pipeline with diameter d_1 and coaxial rod with diameter d_2 , m	$U = 1.36 \times 10^3 \frac{p_m}{l} \left[d_1^4 - d_2^4 - \frac{(d_1^2 - d_2^2)^2}{\ln(d_1/d_2)} \right]$	$U = 121 \frac{(d_1 - d_2)^2 (d_1 + d_2)}{l}$				
a/b	1	2	5	10	100	∞
f	2.3	3.7	4.7	5.0	5.3	5.3
φ	1.1	1.2	1.3	1.4	—	—

Note: U is in m³/s; p in Pa; $p_m = (p_1 + p_2)/2$.

Table A.1 Conductance of vacuum valves in molecular gas flow mode.

Fixture trademark	Conditional passage diameter, mm	Conductance, m ³ /s
ZVE-100	100	1.2
ZVE-160	160	3.34
ZVE-250	250	13.4
ZVE-400	400	46.25
VEP-25	25	0.014
VEP-63	63	0.148
VEP-100	100	0.470
VRP-25	25	0.011
VRP-63	63	0.102
VRP-100	100	0.332
CMU1-10	10	0.0014
CMU1-16	16	0.0040
CMU1-25	25	0.0140
CMU1-40	40	0.0400
CMU1-63	63	0.1480

The following nominal sizes of conditional passages of vacuum system elements are recommended (mm): 0.1; 0.25; 0.63; 1.0; 1.6; 2.5; 4.0; 6.3; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300.

For flange and union junctions and pipeline elements, the following nominal sizes of conditional passages can be used (mm): 8; 12; 20; 32; 50; 80; 125; 200; 320; 500; 800; 1250; 2000; 3150; 5000.

Table A.2 Characteristics of mechanical vacuum pumps.

Main parameters	Piston-type			Vane-rotor			Multivane		
	VNK-0.5M	3VNP-3	2DVNP-6	VN-01	3VNR-1D	2VNR-5DM	RVN-6I	RVN-25	RVN-50
Working pressure	1×10^{-4} – 1×10^{-5}	2×10^{-3} – 1×10^{-5}	2×10^{-2} – 1×10^{-5}	3×10^{-2} – 1×10^{-5}	4×10^{-1} – 1×10^{-5}	5×10^{-2} – 1×10^{-5}	2×10^{-4} – 1×10^{-5}	2×10^{-4} – 1×10^{-5}	2×10^{-4} – 1×10^{-5}
range, Pa									
Pumping speed, m ³ /s	0.0080	0.0630	0.1050	0.0001	0.0010	0.0050	0.1000	0.4000	0.8000
Limiting pressure:									
total with gas ballast, Pa	–	–	–	–	7×10^{-6}	3×10^{-6}	–	–	–
total without gas ballast, Pa	5×10^{-3}	4×10^{-2}	4×10^{-1}	5×10^{-6}	1×10^{-1}	7×10^{-1}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}
Partial for air, Pa	5×10^{-3}	4×10^{-2}	4×10^{-1}	5×10^{-1}	7×10^{-2}	1×10^{-2}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}
Rotor speed, rpm	1500	750	1500	1400	2800	1430	1450	600	500
Oil charge, dm ³	–	–	–	–	0.5	1.2	–	–	–
Cooling water consumption, dm ³ /s	2.75	0.04	0.05	–	–	–	0.08	0.18	0.36
Motor power, kW	3	5.5	11	0.12	0.25	0.55	15	55	75
Inlet hole diameter, mm	80	100	100	8	10	16	110	150	250
Dimension:									
length, mm	862	1430	1770	306	320	540	1500	2250	3000
width, mm	640	795	795	135	130	160	700	1000	1200
height, mm	1725	925	925	170	200	280	740	1100	1500
Weight, kg	540	750	1500	8.3	9.5	30	310	2250	4500