KN ㊵

ရေကြောင်းပညာ သိပ္ပံကျောင်း

အမည် Kyaw Naing E-154

သင်တန်း။ C.E 13

ဘာသာရပ် Heat and Heat Engines ④

စာမျက်နှာ(၁၂၀)

CHAPTER 14

မီးလောင်ကျွမ်းခြင်း (combustion)

မီးလောင်ကျွမ်းခြင်း ဆိုသည်မှာ ၂၃ [illegible] နှင့်လောင်စာ [illegible] ပစ္စည်းများ သည် အပူ [illegible] [illegible] [illegible] ပေါင်းစပ်ခြင်း ကိုခေါ်သည်။

မီး [illegible] [illegible] [illegible] မီးလောင်ကျွမ်း [illegible] [illegible] ကာဗွန် နှင့် ဟိုက်ဒရိုဂျင် [illegible] သည် [illegible] အောက်ဆီဂျင် နှင့် [illegible] ပေါင်းစပ်ခြင်း [illegible] [illegible] [illegible] ပေါင်းစပ်ခြင်း [illegible] [illegible] [illegible] အပူ [illegible] [illegible] အပူ [illegible] [illegible] ကာဗွန် နှင့် အောက်ဆီဂျင် [illegible] [illegible] [illegible] ဟိုက်ဒရိုဂျင် နှင့် အောက်ဆီဂျင် [illegible] အပူချိန် [illegible] ပေါင်းစပ် [illegible] [illegible] [illegible] နှင့် [illegible] အပူချိန် [illegible] မီးလောင် အပူချိန် (Ignition temp) [illegible] [illegible] [illegible] ဖြစ်သည်။ [illegible] နှင့် [illegible] ၂ [illegible] အပူ [illegible] [illegible] [illegible] ပေါင်း [illegible] အောက်ဆီဂျင် [illegible] ဖြစ်သည်။ [illegible] မီးလောင်ကျွမ်း [illegible] [illegible] မီးလောင်ကျွမ်းခြင်း [illegible] အပူချိန် သည် မီးလောင် အပူချိန် (သို့) ၎င်း [illegible] အပူချိန် [illegible] [illegible] [illegible] အောက်ဆီဂျင်နှင့် ကာဗွန် (သို့) ဟိုက်ဒရိုဂျင် [illegible] [illegible] [illegible] မီးလောင်ကျွမ်း

ပြင်းလျော့ပြုရမည်။

၂။ ဓာတုဗေဒသင်္ကေတများနှင့် ပုံသေနည်းများ (Chemical symbols and formulae)

အမျိုးမျိုးသော ဒြပ်စင်များနှင့် ဒြပ်ပေါင်းများကို သင်္ကေတလည်း ဒြပ်စင်တို့ဖြင့် ပေါင်းစပ်ဖွဲ့စည်းထားသော [illegible] ဒြပ်စင်များကို သင်္ကေတများဖြင့် အတိုကောက် ဖော်ပြလေ့ရှိပါသည်။ ဥပမာအားဖြင့်ဆိုသော် H သည် Hydrogen, O သည် Oxygen, C သည် Carbon စသည်ဖြင့် အတိုကောက်ဖော်ပြလေ့ရှိပါ။ ဓာတုဗေဒပုံသေနည်း တခုကိုဖော်ပြရာတွင် သင်္ကေတများကို အသုံးပြု၍ ယင်းပုံသေနည်းမှာ ဒြပ်ပေါင်းကို ဖွဲ့စည်းထားသော ဒြပ်စင်များနှင့် ယင်းဒြပ်စင်တို့၏ နှိုင်းယှဉ်ပမာဏ (Relative Amount) ကိုဖော်ပြသည်။ ဥပမာအားဖြင့်ဆိုသော် ရေ၏ပုံသေနည်းမှာ H_2O ဖြစ်သည်။ ထိုပုံသေနည်းအရ ရေသည် Hydrogen နှင့် Oxygen တို့ဖြင့် ပေါင်းစပ်ထားသော ဒြပ်ပေါင်းဖြစ်ကြောင်း ဖော်ပြသည်။ သင်္ကေတ တခုစီသည် [illegible] ဒြပ်စင် အနုမြူ [illegible] ကိုဖော်ပြသည်။ [illegible] 1 ခုသည် [illegible] သည်။ ရေ၏ပုံသေနည်း H_2O တွင် Hydrogen အနုမြူ ၂ ခုပါဝင်၍ oxygen အနုမြူ ၁ ခုပါဝင်ကြောင်းကိုပြပါသည်။

၃ အနုမြူအလေးချိန်များ (Atomic weights)

ဒြပ်စင်အသီးသီး၏ အနုမြူများ၏ နှိုင်းယှဉ်အလေးချိန်ကို ဆိုသည်။ Hydrogen ကို [illegible] အနုမြူအလေးချိန်ကို 1 ဟု သတ်မှတ်ထားသည်။ Oxygen သည် Hydrogen ထက် 16 ဆ လေးသောကြောင့် ၎င်း၏ အနုမြူအလေးချိန်သည် 16 ဖြစ်ပါ။ [illegible] 1 [illegible] နှိုင်းယှဉ်သော ဒြပ်စင်များ၏ အနုမြူအလေးချိန်ကို ဖော်ပြသည်။

Table I

Symbols and Atomic weights of elements

element	symbol	Atomic weight
Hydrogen	H	1
carbon	C	12
Nitrogen	N	14
oxygen	O	16
sulphur	S	32

မြူအလေးချိန် (molecular weight)

[illegible] အနုမြူ ၂ ခု သို့မဟုတ် ၂ ခုထက်ပို၍ ဓါတုဗေဒနည်းအရ ပေါင်းစပ်လျှင် ဖြစ်ပေါ်လာသော ပစ္စည်းကို မြူဟုခေါ်သည်။ ထိုမြူ၌ ပါဝင်သော [illegible] ဒြပ်စင်များက ဖွဲ့စည်းထားကြောင်းကို [illegible] ဒြပ်စင်များ [illegible] အစားဖြင့် ပေါင်းစပ်ကြောင်းကိုလည်း ဖော်ပြသည်။ [illegible] မြူ၌ပါ [illegible] အလေးချိန်ကို မြူအလေးချိန် [illegible] ပါဝင်သော [illegible] သည်။ [illegible] မြူအလေးချိန်ကို [illegible] သိရှိရပါ၏။ ဥပမာ H₂O သည် Hydrogen (H) အနုမြူ ၂ လုံးနှင့် Oxygen အနုမြူ ၁ လုံး ပေါင်းစပ်၍ မြူဖြစ်ပေါ်လာ၍ ဖွဲ့စည်းထားကြောင်းကို ဖော်ပြပါ၏။ ဒြပ်စင်တစ်ခုစီ၏ အနုမြူအရေအတွက်နှင့် [illegible] အနုမြူအလေးချိန်ကို မြှောက်၍ [illegible] မြှောက်လဒ်များကို ပေါင်းလျှင် မြူအလေးချိန်ကို ရပါ၏။

H_2 = ဟိုက်ဒြိုဂျင် အနုမြူ ၂ ခု

O = အောက်ဆီဂျင် အနုမြူ ၁ ခု

H_2
O
N_2
S
C

အနုမြူအရေအတွက်	အနုမြူအလေးချိန်	မြှောက်လဒ်
2	1	2
1	16	16

မြူအလေးချိန် = 18

ကာဗွန်မှ ကာဗွန်မိုနောက်ဆိုဒ် အဖြစ်သို့ မီးလောင်ခြင်း

(The burningof carbon to carbon monoxide)

ယခုဖြစ်ရပ်ကို ဓာတ်ညီမျှခြင်းဖြင့် ဖော်ပြနိုင်သည်။

$2C + O_2 = 2CO$

ပါဝင်ပစ္စည်းများ၏ အလေးချိန်ကို တွက်ကြည့်သော်

$2 \times 12 + 16 \times 2 = 2(12+16)$

$24 + 32 = 56$

$1 + 1\frac{1}{3} = 2\frac{1}{3}$

$2\frac{1}{3} = 2\frac{1}{3}$

carbon 1 kg သည် oxygen $1\frac{1}{3}$ kg နှင့်ပေါင်းစပ်၍ CO $2\frac{1}{3}$ kg ဖြစ်ပေါ်လာသည်။

ကာဗွန်မှ ကာဗွန်ဒိုင်အောက်ဆိုဒ် အဖြစ်သို့ မီးလောင်ခြင်း

(The burning of carbon to carbo Dioxside

ယခုဖြစ်ရပ်ကို ဓာတ်ညီမျှခြင်းဖြင့် ဖော်ပြပါမည်

$C + O_2 = CO_2$

ပါဝင်ပစ္စည်းများ၏ အလေးချိန်ကို တွက်ကြည့်သော်

$12 + 16 \times 2 = 12 + 32$

$12 + 32 = 44$

$1 + 2\frac{2}{3} = 3\frac{2}{3}$

carbon 1 kg သည် oxygen $2\frac{2}{3}$ kg နှင့်ပေါင်းစပ်၍

carbon Dioxside $3\frac{2}{3}$ kg ဖြစ်၏။

ဆာလဖာမှ ဆာလဖာဒိုင်အောက်ဆိုဒ် အဖြစ်သို့ မီးလောင်ခြင်း

(The burning of Sulphur to Sulphur Dioxside)

ယခုဖြစ်ရပ်ကို ဓာတ်ညီမျှခြင်းဖြင့် ဖော်ပြပါမည်

$S + O_2 = SO_2$

$32 + 2 \times 16 = 32 + 32$

$32 + 32 = 64$

$1 + 1 = 2$

Sulphur 1 kg သည် oxygen 1 kg နှင့်ပေါင်းစပ်၍

Sulphur Dioxside 2 kg ဖြစ်၏

Hydrogen မှ ရေ (ရေငွေ့) အဖြစ်သို့ မီးလောင်ပုံ
The burning of hydrogen to water (steam)

ဤအဖြစ်အပျက်ကို ဓာတုဗေဒ ညီမျှခြင်း အားဖြင့် ဖော်ပြနိုင်သည်။

$$O_2 + 2H_2 = 2H_2O$$

ဓာတ်များ၏ အလေးချိန်ကို အစားထိုးရေးသော်

$$16\times2 + 2[1\times2] = 2[1\times2 + 16]$$

$$32 + 4 = 36$$

$$8 + 1 = 9$$

Hydrogen 1 kg သည် O 8 kg နှင့် ပေါင်းစပ်လျှင် H_2O 9 kg ရမည်

လောင်စာ 1 kg မီးလောင်ကျွမ်းရန် လိုအပ်သော ဒြပ်ထု
mass of oxygen required combustion of 1 kg of fuel

အကယ်၍

C = လောင်စာ 1 kg ရှိ carbon ၏ ဒြပ်ထု

H = " Hydrogen "

O = " Oxygen "

S = " Sulphur "

ကာဗွန် C ~~H~~ kg မီးလောင် = $2\frac{2}{3}C$
ကျွမ်းရန် လိုအပ်သော ဒြပ်ထု
Hydrogen H kg " = 8 H
Sulphur S kg " = S

$2\frac{2}{3}C$ 8 H S

လောင်စာတွင် ပါဝင်ပြီးသား
oxygen O

လောင်စာ 1 kg မီးလောင်ရန်
လိုအပ်သော အောက်ဆီဂျင် $= 2\frac{2}{3}C + 8H - O + S$
၏ ဒြပ်ထု M_O

Ex① လောင်စာ 1 kg ၏ ဓာတုဗေဒ ဖွဲ့စည်းပုံမှာ Carbon 84%, Hydrogen 13%, Oxygen 2% နှင့် Sulphur 1% ဖြစ်သည့် ပေါင်းစပ်ပါဝင်သော လောင်စာကို မီးလောင်ကျွမ်းရန် လိုအပ်သော အောက်ဆီဂျင်၏ ဒြပ်ထုကို ရှာပါ။

Data

C = 0.84 kg
H = 0.13 kg
O = 0.02 kg
S = 0.01 kg

Read: m_O = ? kg

working

$$m_0 = 2\frac{2}{3}C + 8H - O + S$$

$$= 2\frac{2}{3} \times 0.84 + 8 \times 0.13 - 0.02 + 0.01$$

$$= 3.37\ kg \quad //$$

6. လောင်စာ 1kg မီးလောင်စေရန် လိုအပ်သော လေဒြပ်ထု Ma

mass of air reqd: for combustion of 1kg of fuel

မီးလောင်ရန် လိုအပ်သော oxygen ကို လေမှ ရယူသည်ဖြစ်သောကြောင့် လေ၏ပါဝင်မှု ပမာဏမှာ အောက်ပါအတိုင်း ဖြစ်သည်။

ပါဝင်မှု constitution	အောက်ဆီဂျင်	နိုက်ထရိုဂျင်
အလေးချိန်အရ	23%	77%
ထုထည်အရ	21%	79%

အထက်ပါဇယားသည် လေထုတွင် ပါဝင်နေသော ပမာဏ ဖော်ပြသော အချိုးဖြစ်၏။ ရေငွေ့များ ဥပမာ Argon, Neyon, ဟီလီယမ်, Zenon, ရေခိုးရေငွေ့နှင့် Carbon dioxide များပါဝင်၏။ လေ၌ oxygen နှင့် Nitrogen တို့သည် ဝိုးဝိုးရောနေခြင်းသာ ဖြစ်၍ ဓာတုဗေဒနည်းအရ ပေါင်းစပ်နေခြင်း မဟုတ်ပါ။ Nitrogen သည် မီးလောင်ကျွမ်းရာတွင် ပါဝင်ခြင်း မရှိဘဲ ဝင်ရောက်မှု ဝိုးဝိုး အလကားသွားခြင်း ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် လေထု များ၏ ဓါတ်ငွေ့နှင့်အတူ အပူအချို့ကိုပါ ယူဆောင်သွားသည်။

$$m_a = \frac{100}{23} m_o$$

$$m_a = \frac{100}{23}\left(2\frac{2}{3}C + 8H - O + S\right)$$

Ex ② ပုစ္ဆာ ① တွင် လိုအပ်သော လေဒြပ်ထုကို ရှာပါ။

Data

$$m_o = 3.27\ kg$$

Reqd:

$$ma = ?$$

working

$$m_a = \frac{100}{23} m_o$$

$$= \frac{100}{23} \times 3.27$$

$$= 14.21\ kg \quad //$$

၇။ လေပိုလျှံဒြပ်ထု (mass of Excess Air) Me

မီးလောင်ရန်လိုအပ်သော oxygen ကို [illegible] သယ်ယူနိုင်ပါ။ ၎င်းသည်လေထုထဲတွင် Nitrogen နှင့်ရောစပ်လျက်ရှိနေပါ၏။ Nitrogen နှင့်ခြင်း ၇၉% အကျိုး မှာ oxygen သာ [illegible] မီးလောင်ခြင်း [illegible] [illegible] သည်။ မီးလောင်ရန် oxygen ကိုဖြည့် [illegible] [illegible] Nitrogen ကိုပါ [illegible] ပါ၏။ ယင်း Nitrogen သည်ပါဝင်သော [illegible] ကြီးမားသော [illegible] အပိုင်းကိုဆောင်ထားသည်။

ယင်း Nitrogen သည် ပျော့ပျောင်း (dilutent) အဖြစ် အသုံးဝင်၍ [illegible] ပါဝင်ခြင်း မရှိ။ ၎င်းမှာ မီးလောင်ရာတွင်ဖြစ်သော အပူချိန်ကို [illegible] ရှိပါ၏။ သို့သော်လည်း Nitrogen ပါဝင်ခြင်းကြောင့် လောင်စာနှင့်လေ [illegible] လာသည်။ သို့ဖြစ်၍ [illegible] သည်။ [illegible] ။ ဥပမာ မီးလောင်ရာ၌ carbon သည် [illegible] ကာဗွန်ဒိုင်အောက်ဆိုဒ် အဖြစ်သို့ [illegible] အစား ကာဗွန်မိုနောက်ဆိုဒ် အဖြစ်သို့ မီးလောင်သည်။

$$2C + O_2 = 2CO$$

ကာဗွန်မိုနောက်ဆိုဒ်ကို အောက်ပါအကြောင်း ၂ကြောင်းကြောင့် ဝေးနိုင်သမျှ ရှောင်ကြဉ်ရမည်။

① ၎င်းမှာ [illegible] အဆိပ်ပြင်းသည့် ကာဗွန်မိုနောက်ဆိုဒ်ဓာတ် [illegible] ပြင်းသောကြောင့် [illegible] ပါဝင်ခြင်းဖြင့် [illegible] သတ္တဝါများ [illegible] ဖြစ်စေနိုင်သည်။

② ဒုတိယအချက်အားဖြင့် မလောင်ကျွမ်းသော မီးလောင်ခြင်းကြောင့် [illegible] သည် ကာဗွန် 1kg ကို ကာဗွန်ဒိုင်အောက်ဆိုဒ် အဖြစ်သို့ မီးလောင်လျှင် 33.7 MJ ကိုရရှိ။ ကာဗွန်မိုနောက်ဆိုဒ်အဖြစ်သို့ မီးလောင်လျှင်မူ 10.1 MJ သာရရှိသည်။ carbon မိုနောက်ဆိုဒ်အဖြစ်သို့ မီးလောင်ခြင်းဖြင့် (33.7 − 10.1 = 23.6) MJ ဆုံးရှုံးရပါ၏။ အထက်ပါအကြောင်းများကြောင့် လေပိုကိုသုံးသည်။

m=mega

သဘာဝလေစီး။ 75% $m_e = 0.78 m_a$, $m_{a+e} = 1.75 m_a$

Natural Draught

အားသွင်းလေစီး။ 50% $m_e = 0.5 m_a$ m_{a+e} 1.5ma

Force Draught

ပုစ္ဆာ(၇) ပုံမှန်လိုအပ်သော လေထုထည်ထက် 50% ပိုလျှံ၍ လေပေးသွင်းမည်ဆိုလျှင် ပေးသွင်းမည့် လေအလေးချိန်ကို ရှာပါ။

Data $m_a = 14.21 kg$

$m_{ate} = 1.5 m_a$

Reqd:

$m_{ate} = ? kg$

Working

$$m_{ate} = \frac{150}{100} \times 14.21$$

$$= 21.31 kg \; //$$

(ခ) မီးခိုးများက သယ်ဆောင်သွားသော အပူ Q_{f_2}
Heat carried accuracy by flue gases

* မီးခိုးများသည် လည်း အပူကို သယ်ဆောင်သွားသည်ဟု ယူဆနိုင်သည်။ အကယ်၍
~~m_{ate} = လောင်စာ 1 kg ရှိ~~

အကယ်၍

လောင်စာ 1kg ရှိ
m_{ate} = ပိုလျှံ၍ ပေးသွင်းသော လေ၏ ဒြပ်ထု
c_p = မီးခိုးဓာတ်ငွေ့၏ ပျမ်းမျှ အပူဆ
t_1 = အဝင်လေ၏ အပူချိန် (blower temperature)
t_2 = အထွက်မီးခိုး၏ အပူချိန် (Chimney temperature)

မီးခိုး၏ ဒြပ်ထု (mass of flue gases) = လောင်စာ၏ ဒြပ်ထု + လေ၏ ဒြပ်ထု

$$= (1 + m_{ate}) kg$$

$$Q_{f_1} = (1 + m_{ate}) c_p (t_2 - t_1)$$

(ဂ) လောင်စာတစ်ခု၏ အပူတန်ဖိုး
(calorific value of a Fuel)

Calorie (ကယ်လိုရီ) ဆိုသည်မှာ လောင်စာမှ ထုတ်ပေးနိုင်သော အပူပမာဏဖြစ်၍ အပူတန်ဖိုးဟုလည်း ခေါ်သည်။ ထို့ကြောင့် (calorific value) ဆိုသည်မှာ Thermal value (သို့မဟုတ်) Heat value (or) အပူတန်ဖိုးဟု ခေါ်ဆိုသည်။

လောင်စာတစ်ခု၏ အပူတန်ဖိုး ဆိုသည်မှာ ယူနစ်လောင်စာ 1kg ကို မီးလောင်ကျွမ်းစေပြီး ထွက်ရှိလာသော အပူပမာဏ ဖြစ်သည်။ အကယ်၍ လောင်စာအခြေခံ အစိုင်အခဲ မီးခိုး၏ အပူတန်ဖိုးကို သိရှိမည်ဆိုလျှင် လောင်စာတစ်ခုလုံး၏

အပူတန်ဖိုးကို တွက်ချက်နိုင်သည်။ ဓါတ်ငွေ့ဖြစ်သောလောင်စာတို့တွင် 1 kg အစား 1 m³ (or) 1 cubic metre ဟုယူသည်။ လောင်စာကိုမီးရှို့တွင် လောင်ရှိုးကောင်းစေရန် အောက်ဆီဂျင်ကို ဖြည့်သွင်းပေးရသည်။ ထိုလောင်စိုးသောအခါရှိသော ပစ္စည်းတို့တွင် ရေငွေ့လည်းပါဝင်နိုင်၏။ ယင်းရေငွေ့မှာ လောင်စာတွင်ပါဝင်သော ဟိုက်ဒရိုဂျင်နှင့် ဖြည့်သွင်းပေးသော အောက်ဆီဂျင်တို့ပေါင်း၍ ဖြစ်ပေါ်လာသော လောင်စိုးရှိသော ပစ္စည်းများကို အအေးခံခြင်းဖြင့် ထိုရေငွေ့သည် ငွေ့ရည်ဖြစ်ကာ ငုပ်ပုန်းအပူကို ထုတ်ပေးသည်။ လက်တွေ့အားဖြင့် ရေငွေ့ကို အအေးခံ၍ ရရှိနိုင်သည့် အပူကို တွက်ချက်ထားသည်။ ထို့ကြောင့် ရေငွေ့၏ ငုပ်ပုန်းအပူ (အပူချိန်အတက်အကျမရှိ) ကိုပါ ထည့်သွင်းရသည်။

ရေငွေ့ကို အအေးခံခြင်းဖြင့် ရရှိသော အပူအပါအဝင် အပူတန်ဖိုးကို အပူတန်ဖိုးမြင့် (Higher calorific value) သို့မဟုတ် အစုစုပေါင်း အပူတန်ဖိုး (gross calorific value)

အလယ်ကရေငွေ့သည် အအေးခံခြင်းမပြုဘဲ တွက်ချက်သည့် အပူတန်ဖိုးကို ပေးရသည်။ ယင်းအပူတန်ဖိုးကို အပူတန်ဖိုးနိမ့် (lower calorific value) သို့မဟုတ် အသားတင်အပူတန်ဖိုး (net calorific value) ဟုခေါ်သည်။

(၁၀) လောင်စာတစ်ခု၏ အပူတန်ဖိုးကို တွက်ချက်နည်း
(method of determining the calorific value)

လောင်စာတစ်ခု၏ အပူတန်ဖိုး တွက်ချက်နည်း

တွက်ချက်နည်း (calculation method)

လက်တွေ့စမ်းသပ်ခြင်း [experimental method]

တွက်ချက်နည်း

လောင်စာတစ်ခုတွင်ပါဝင်သည့် ဒြပ်စင်များ၏ အချိုးအစားကို သိရှိပါက ဒြပ်စင်တစ်ခုချင်း၏ အပူတန်ဖိုးများကို ပေါင်း၍ လောင်စာတစ်ခုလုံး၏ အပူတန်ဖိုးကို တွက်ချက်ယူနိုင်သည်။

ဒြပ်စင် (Element)	အပူတန်ဖိုး MJ/kg
Hydrogen	144
Carbon (To carbon dioxide)	33.7
Carbon (to carbon monoxide)	10.1
Sulphur	9.3

C = လောင်စာ 1kg ရှိ ကာဗွန် ပါဝင်မှု

H = " " ဟိုက်ဒြိုဂျင် "

O = " " အောက်ဆီဂျင် "

S = " " ဆာလ်ဖာ "

အပူတန်ဖိုး = $33.7C + 144\left(H - \frac{O}{8}\right) + 9.3S$
(calorific value) mJ/kg

Hydrogen $\frac{O}{8}$ kg သည် Oxygen O kg နှင့် ပေါင်းစပ်ကာ ရေဖြစ်ပေါ်ခြင်းကြောင့် အပူထုတ်မပေးနိုင်ပါ။

7 ကျောက်မီးသွေး နမူနာတစ်ခု၌ 81% carbon နှင့် 5% Hydrogen 5.6% Hydrogen 1% sulphur ပါဝင်သော (အောက်ဆီဂျင်ပါဝင်သော) ကျောက်မီးသွေး၏ အပူတန်ဖိုးကို ရှာပါ။

Data

$C = 0.81$

$H = 0.06$

$O = 0.056$

$S = 0.01$

Reqd:

$C_v = ?$

3, 4, 6, 11, 12 ပုဒ်။

4, 6, 11, 12

working

$$C_v = 33.7C + 144\left(H - \frac{O}{8}\right) + 9.3S$$
$$= 33.7 \times 0.81 + 144\left(0.06 - \frac{0.056}{8}\right) + 9.3 \times 0.0$$
$$= 33.586\ mJ/kg$$ //

8 လောင်စာဆီ နမူနာတွင် 85.1% carbon 12% ဟိုက်ဒြိုဂျင် 1.6% အောက်ဆီဂျင် နှင့် (1.2% အခြား အစေးများ) ပါဝင်ပါ၏။ အပူတန်ဖိုး နှင့် လောင်စာဆီ 1 kilogram အပြည့်အဝ လောင်ကျွမ်းရန် အနည်းဆုံး လိုအပ်သော လေ ပါဝင်မှု ကိုတွက်ချက်ပါ။

Data

$C = 0.851$

$H = 0.12$

$O = 0.016$

Reqd:

$C_v = ?$

$m_a = ?$ (kg/kg of Fuel)

working

$$C_v = 33.7C + 144\left(H - \frac{O}{8}\right) + 9.3S$$
$$= 33.7 \times 0.851 + 144\left(0.12 - \frac{0.016}{8}\right) + 9.3 \times 0$$
$$= 45.7\ mJ/kg$$ //

$$m_a = \frac{100}{23}\left(2\frac{2}{3}C + 8H - O + S\right)$$
$$= \frac{100}{23}\left(2\frac{2}{3} \times 0.851 + 8 \times 0.12 - 0.016 + 0\right)$$
$$= 13.48\ kg/kg\ of\ fuel$$ //

9 ဓါတ်ခွဲချက်အရ လောင်စာဆီ၌ ပါဝင်သော အချိုး 85.5% carbon 14.4% Hydrogen 0.1% Sulphur ပါဝင်ပါ၏။ လောင်စာ 1 kg အတွက် လိုအပ်သော လေထုထည်ကို 1 bar, အပူချိန် 15°C ၌ လေထုထည်ကို ရှာပါ။ [လေအတွက် R = 0.287 kJ/kg]

Data

$C = 0.855$

$H = 0.144$

$S = 0.01$

$P = 1\,bar = 100\,kN/m^2$

$T = 15 + 273 = 288\,K$

$R = 0.287\,kJ/kg\,K$

Reqd:

$V = ?\ m^3/kg$ of Fuel

working

$$m_a = \frac{100}{23}\left(2\frac{2}{3}C + 8H \cancel{-} O\right)$$

$$= \frac{100}{23}\left(2\frac{2}{3} \times 0.855 + 8 \times 0.144 \cancel{-} 0.01\right)$$

$$= \frac{100}{23} \times 3.433$$

$$= 14.93\ kg/kg\ \text{Fuel}$$

$$PV = mRT$$

$$V = \frac{mRT}{P}$$

$$= \frac{14.93 \times 0.287 \times 288}{100}$$

$$= 12.34\ m^3/kg\ \text{of Fuel}$$

//

10 လောင်စာဆီ ဓါတ်ခွဲချက်အရ ပါဝင်သော 86.1% carbon, 12.5% Hydrogen, 0.4% oxygen နှင့် 1% sulphur တို့ပါဝင်ပါ၏။ ပိုလျှံလေ 40% ဖြင့် လောင်ကျွမ်းသော လောင်စာ 400 kg/hr ဖြစ်ပါက အောက်ပါတို့ကို တွက်ချက်ပါ။

(1) တစ်နာရီတွင် ပိုလျှံသော လေ ~~[illegible]~~ အချိုး mate [illegible]

(2) တစ်နာရီတွင် လေကို ပူပြင်းစေသော အပူစွမ်းအင် of, လေသည် အပူပေးကိရိယာ၌ 18°C မှ 180°C သို့ မြင့်တက်ပြီး လေအတွက် Cp ကို 1.005 kJ/kg K ယူပါ။

Data

$C = 0.861$

$H = 0.125$

$O = 0.004$

$S = 0.01$

$m_e = 0.4$

$m_{ate} = 1.4$

$c_p = 1.005$

$t_1 = 18$

$t_2 = 180°C$

Reqd: (i) m_{a+e} = ? kg/hr

Q = ? kg/hr

Working (i) $m_a = \frac{100}{23}\left(2\frac{2}{3}C + 8H \; O + S\right)$

$= \frac{100}{23}\left(2\frac{2}{3} \times 0.861 + 8 \times 0.125 \; 0.004 + 0.01\right)$

$= \frac{100}{23}(3.303)$

= 14.38 kg/kg of Fuel

m_{a+e} = 1.4 × 14.38 × 400 kg/hr

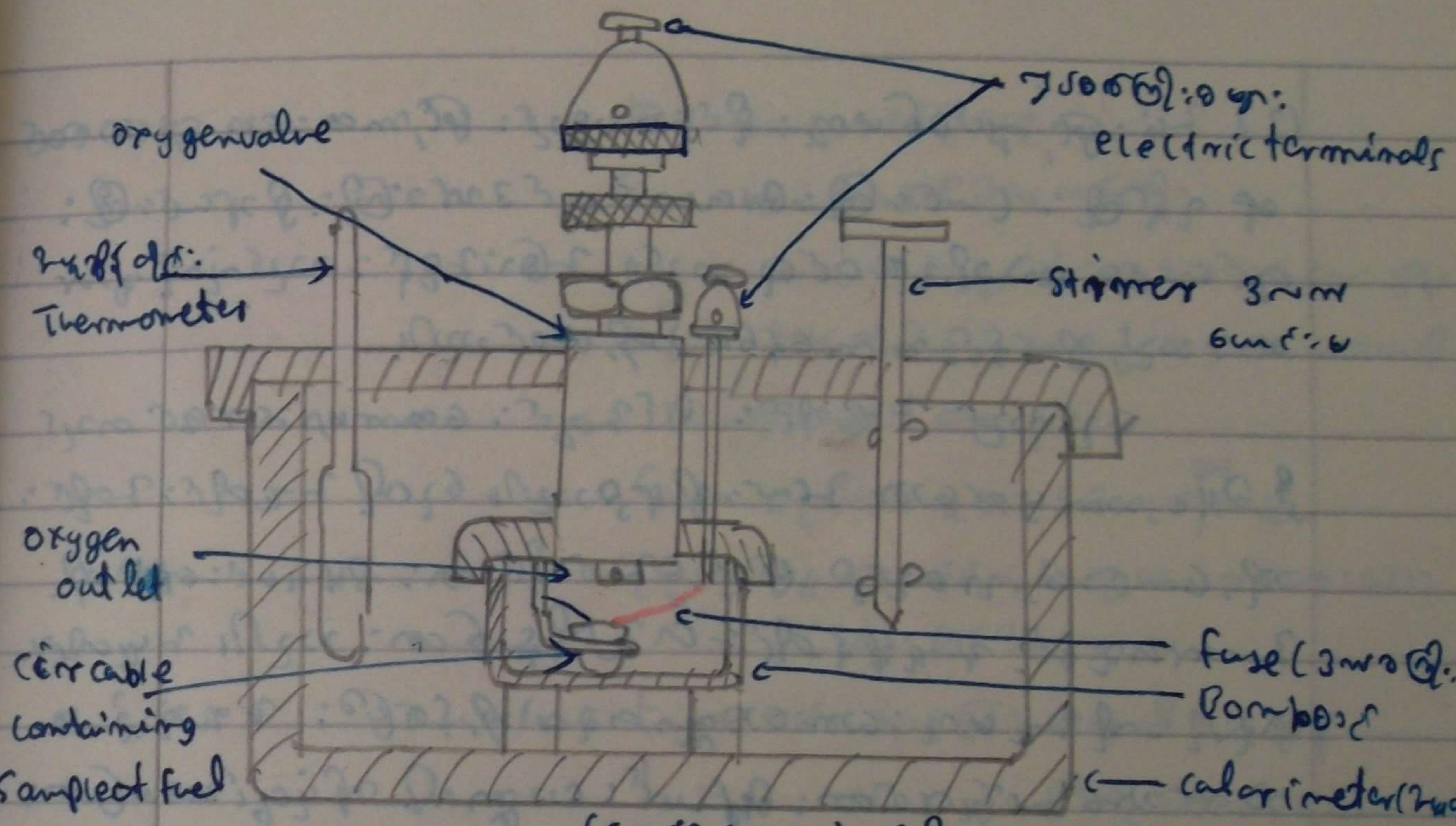
= 8036 kg/hr

(ii) $Q = m c_p (t_2 - t_1)$

= 8036 × 1.008 (130 − 18)

= 904200 kJ/hr

= 904.2 mJ/hr //



([illegible])

[illegible] (Bomb calorimeter) [illegible]

[illegible]

(1) [illegible]

(2) O_2 [illegible] O_2 [illegible]

[illegible] O_2 [illegible]

(3) [illegible]

[illegible]

[illegible] (water limit) [illegible]

~~[illegible]~~

[illegible]

M_f = [illegible]

C_V = [illegible]

m_w = [illegible]

m_c = [illegible]

C_w = [illegible]

C_c = [illegible]

t_1 = [illegible]

t_2 = " [illegible] "

[illegible]

[illegible] = [illegible] + [illegible]

$$M_f\,(CV) = M_w C_w (t_2 - t_1) + M_c C_c C_w (t_2 - t_1)$$

$$CV = \frac{(M_w + m_c C_c)\,C_w\,(t_2 - t_1)}{m_f}$$

$$C_V = \frac{(M_w + M_c C_c)\,C_w\,(t_2 - t_1)}{M_f}$$

⑧ [illegible] 13%, Hydrogen 2% oxygen [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

$C = 0.85 kg$

$H = 0.13 kg$

$O = 0.02 kg$

$m_{a+e} = 1.5 m_a$

$t_1 = 31°C$

$t_2 = 380°C$

[illegible]

(i) $C_v = ?$

(ii) $m_{a+e} = ?$

(iii) $\frac{Q_{f1}}{C_v} = ?$ %

Working

$$m_a = \frac{100}{23}\left(2\frac{2}{3}C + 8H - O + S\right)$$

$$= \frac{100}{23}\left(2\frac{2}{3}C + 8H - 0\right)$$

$$= \frac{100}{23}\left(2\frac{2}{3} \times 0.85 + 8 \times 0.13 - 0.02\right)$$

$$= \frac{100}{23}(3.287)$$

$$= 14.29 kg/kg \text{ of fuel}$$

$$m_{a+e} = 1.5 m_a$$

$$= 1.5 \times 14.29$$

$$= 21.44 kg/kg \text{ of fuel}$$

(i)

$$C_v = 33.7 C + 144\left(H - \frac{O}{8}\right)$$

$$= 33.7 \times 0.85 + 144\left(0.13 - \frac{0.02}{8}\right)$$

$$= 28.64 + 18.72 - 0.36$$

$$= 47 MJ/kg \text{ of fuel} //$$

$$Q_{f1} = (1 + m_{a+e}) c_p (t_2 - t_1)$$

$$= (1 + 21.44) \times 1.005 \times (380 - 31)$$

$$= 5614 kg/kg \text{ of fuel}$$

$$\frac{Q_{f1}}{C_v} = \frac{5614}{47000}$$

$$= 0.1193$$

$$= 11.93\%$$

12 [illegible] 0.75 grams ၊ [illegible] 18kg , [illegible] 470 grams [illegible] 3.3°C [illegible] ~~mJ~~ mili Joule/kg [illegible] 4.2 kJ/kg K [illegible]

Data

$m_f = 0.75g = 0.75\times10^{-3}kg$

$m_w = 18kg$

$m_c c_c = 470g = 0.47kg$

$t_2 - t_1 = 3.3^\circ C$

$C_w = 4.2kJ/kg\,K$

Reqd:

$C_v = ?$

$$C_v = \frac{(m_w + m_c c_c)\,C_w\,(t_2 - t_1)}{m_f}$$

$$= \frac{(1.8+0.47)\,4.2\,(3.3)}{0.75\times10^{-3}}$$

$$= 41.94\times10^{3}\ kg/kg$$

$$= 41.94\ mJ/kg$$

အခန်း (၁၅)

အအေးခံခြင်း (Refrigeration)

အပူသည် [illegible] ပူသော အရာဝတ္ထုမှ အေးသော အရာဝတ္ထုသို့ စီးဆင်းသွား[illegible] ရေခဲသေတ္တာ [illegible] Heat pump [illegible] အပူကို အေးသော အရာဝတ္ထုမှ ပူသော အရာဝတ္ထုသို့ [illegible] အစားအစာများကို [illegible]

ရေခဲသေတ္တာ အမျိုးအစား (Typeof Refrigeration)

အငွေ့ဖိသိပ်ခြင်း အမျိုးအစား Vapour compression System ①

စနစ်သုံး:

အပူကို စုပ်ယူသော အမျိုးအစား Abzorption system

(2) [illegible]

အငွေ့ဖိသိပ်ခြင်း အမျိုးအစားတွင် [illegible]

[illegible] (Refrigerating agent) [illegible] Refrigerant [illegible]

[illegible] 100°C [illegible] 17 bar [illegible] 165°C [illegible]

[illegible] (CO_2) [illegible] NH_3 [illegible] CH_3Cl Freeon 12 CCl_2F_2 [illegible] arctong.

[illegible] Working Cycle

[illegible] compressor [illegible] (air [illegible] condenser [illegible] Regulator [illegible] expansion valve [illegible]

[illegible]

လုပ်ဆောင်ချက် (၁)

[illegible]

လုပ်ဆောင်ချက် (၂)

[illegible]

[illegible] (7)

[illegible] (throttling) [illegible]

1 [illegible]

[illegible] (8)

[illegible] (coils) [illegible]

1 [illegible]

[illegible]

[illegible] (Brine Circulation)

[illegible] (Pump) [illegible]

[illegible]

[illegible] $CaCl_2$ [illegible]

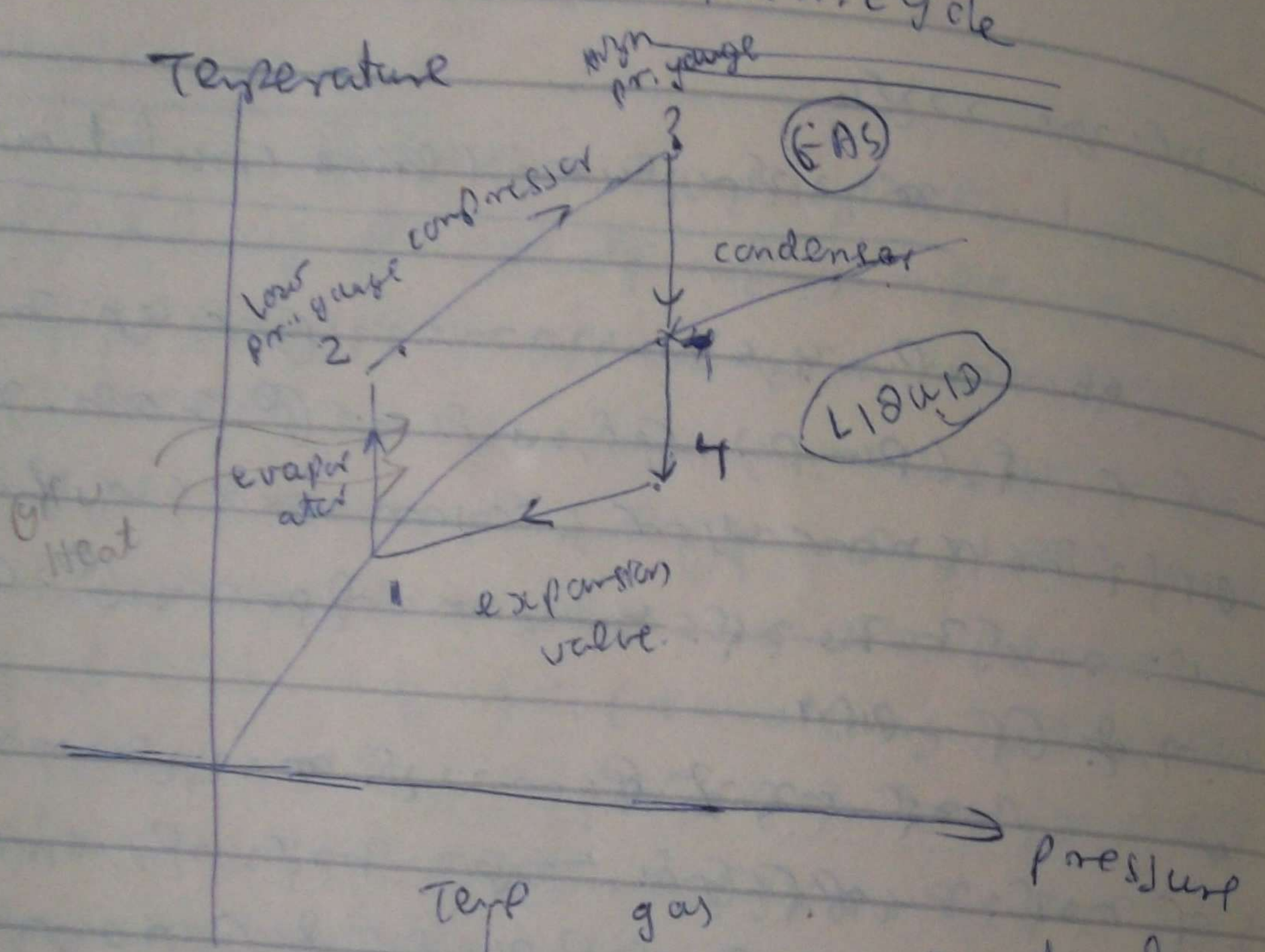
[illegible]

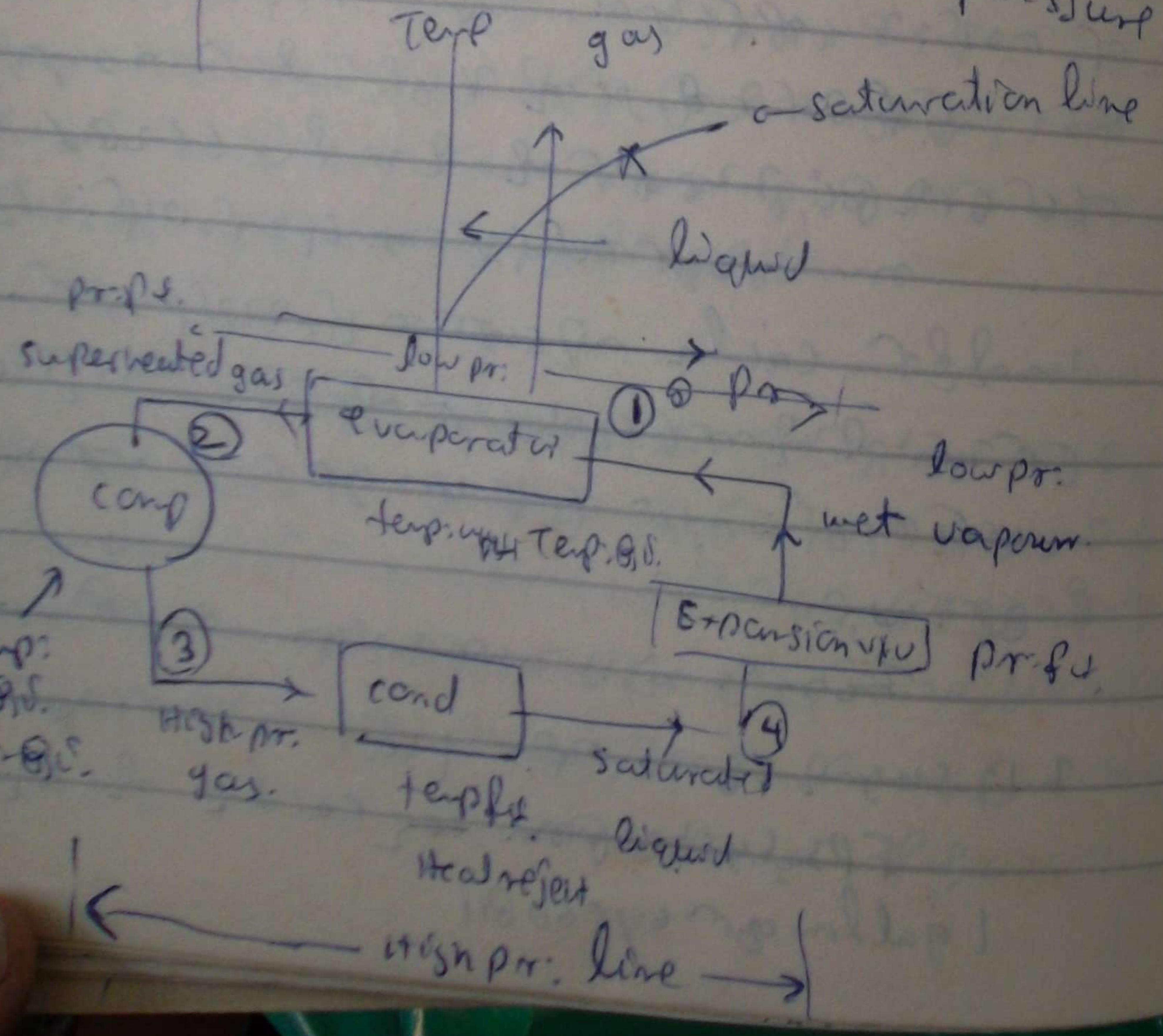
[illegible] 1 lit [illegible]

FPS system [illegible] ~~[illegible]~~ $CaCl_2$ [illegible]

1 gallon [illegible]

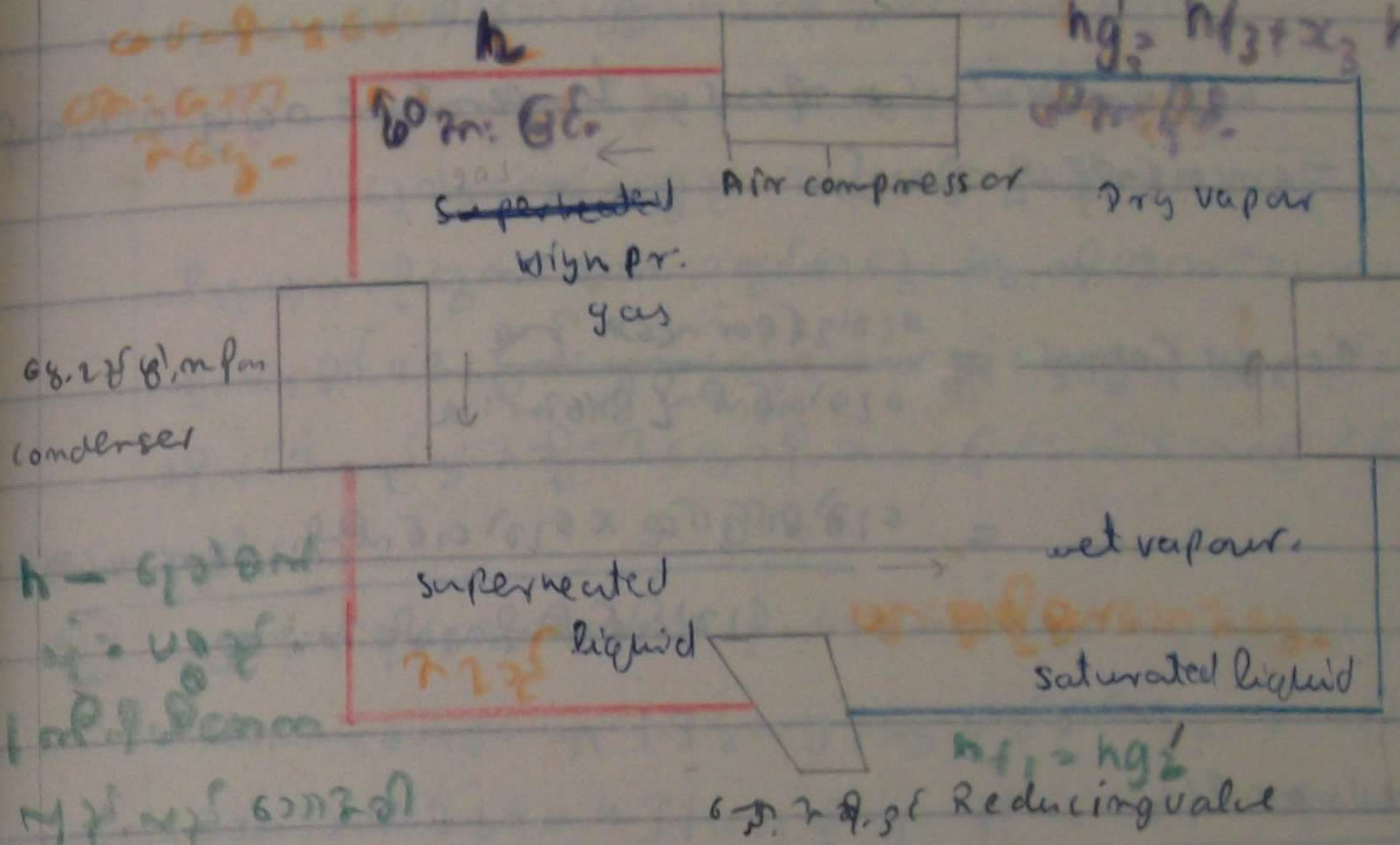
Refri cycle





CHAPTER ⑮

Refrigration



$h = hg_3 +$ [illegible]

$h'g_2 = hf_3 + x_3 hfg_3$

~~superheated~~ saturate liq.

$P_3 = P_2$

$hf_3 = hf_2$

$hfg_3 = hfg_2$

$x_3 > x_2$

$h'g_3 \; h'g_2$

h – [illegible]

[illegible] $= hf_1$

$hf_1 = hg'_2$

Reducing value

$= hf_2 + x_2 hfg_2$

Reducing value [illegible]

$h'g_3 = h'g_2 = (x_3 - x_2) hfg_2$

$hf_1 = ctf_1$

$hf_2 = ctf_2$

$hf_2 - hf_2 = c(tf_1 - tf_2)$

$h'g_3 +$ [illegible] $= h$

$h -$ [illegible] $= hf_1$

$hf_1 = h'g_2$

$h'g_2 + \underbrace{(x_3 - x_2)}_{\text{[illegible]}} hfg_2 = h'g_3$

ရေခဲစက်စွမ်းရည် (capacityof Refrigrant)

ရေခဲစက်စွမ်းရည် ဆိုသည်မှာ [temperature 0°C] မှ [0°C ရေခဲ] သို့ ပြောင်း= ပေးသော တန်ချိန်ကို ဆိုသည်။

$$0°C \text{ ရှိ ရေ၏ စွမ်းရည်} = \frac{\text{ရေခဲရန် ထုတ်ယူသော အပူ}}{\text{ရေခဲ [illegible]}}$$

$$= \frac{\text{ရေခဲ [illegible]} \times \text{ရေခဲ [illegible] ထုတ်ယူသော အပူ}}{\text{ရေခဲ [illegible]}}$$

လုပ်ဆောင်ရည်ကိန်း:

coefficient of performance

လုပ်ဆောင်ရည်ကိန်း ဆိုသည်မှာ -[ရေခဲစက်က ထုတ်ယူပေးသော အပူ] နှင့် စက်မောင်းသော အလုပ် တို့၏ အချိုးကို ဆိုလိုသည်။

$$\text{လုပ်ဆောင်ရည်ကိန်း} = \frac{\text{ရေခဲစက်က ထုတ်ယူသော အပူ}}{\text{ပေးသွင်းသော အလုပ်}}$$

$$\text{coefficient of performance} = \frac{\text{Heat extracted by machine}}{\text{work supplied}}$$

ရေခဲစက်နှင့် ဆိုင်သော ပုစ္ဆာများ တွက်ချက်နည်း

ရေခဲစက်သုံး ပစ္စည်း အမှုန်၊ အရည်၊ အငွေ့ [illegible] တို့ကို တွက်ချက်ရာတွင် [illegible] တွက်ချက်သော [illegible] ချက်ရပါ။ [illegible] ရေခဲစက် သုံး ပစ္စည်း [illegible] [illegible] ဖြစ်သည်။

① [illegible] ရေခဲစက် [illegible] ၏ [illegible] 135 kJ/kg ဖြစ်ပါ [illegible] 3200 kJ/kg [illegible] ရေခဲစက် သုံး ပစ္စည်း 5 kg/min [illegible]

Data

$h_{f_1} = 135\ kJ/kg$

$h'_{g_3} = 320\ kJ/kg$

$m = 5\ kg/min = \times 60\ kg/hr$

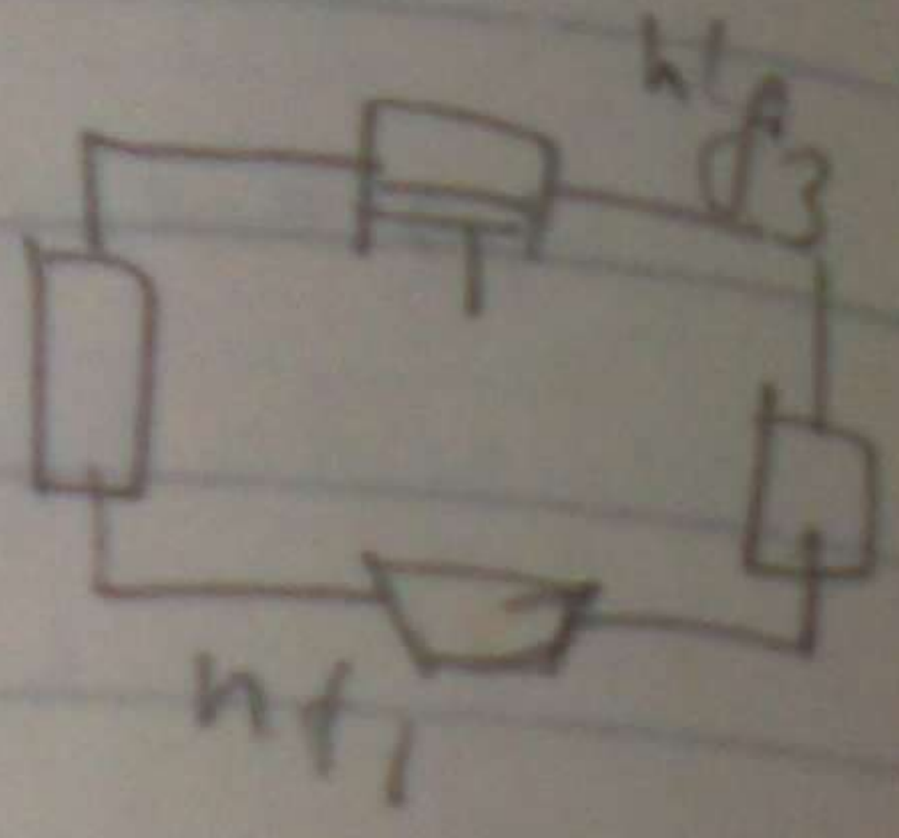
Reqd:- $m(h'_{g_3} - h'_{g_2}) = \ kJ/hr$

Working $h'_{g_2} = h_{f_1}$

$= 135\ kJ/kg$

$h'g_3 - h'g_2 = 320-137$

$= 183\ kJ/kg$



$m(h'g_3 - h'g_2) = 5\times60\times183$

$= 55500\ kJ/hr$

$= 55.5\ MJ/hr$.

② [illegible] Freon -12 [illegible] 5.613 bar [illegible] 1.804 bar [illegible]

(1) [illegible]

(2) [illegible]

Data

$p_1 = 5.93bar$

$p_2 = p_3 = 1.509bar$

$t_3 = -15°c$

Reqd.

$x_2 = ?$

$h_3 - h'g_2 = ?\ kJ/kg$

<u>Add-data</u>

$hf_1 = 54.87\ kJ/kg$

$t_2 = 20°c$

$hf_2 = 17.82\ kJ/kg$

$hg = 178.73\ kJ/kg$

<u>working</u> (i) $t_3 - t_2 = -5 - [-20]$

$= 15$

$h_3 = 187.75\ kJ/kg$

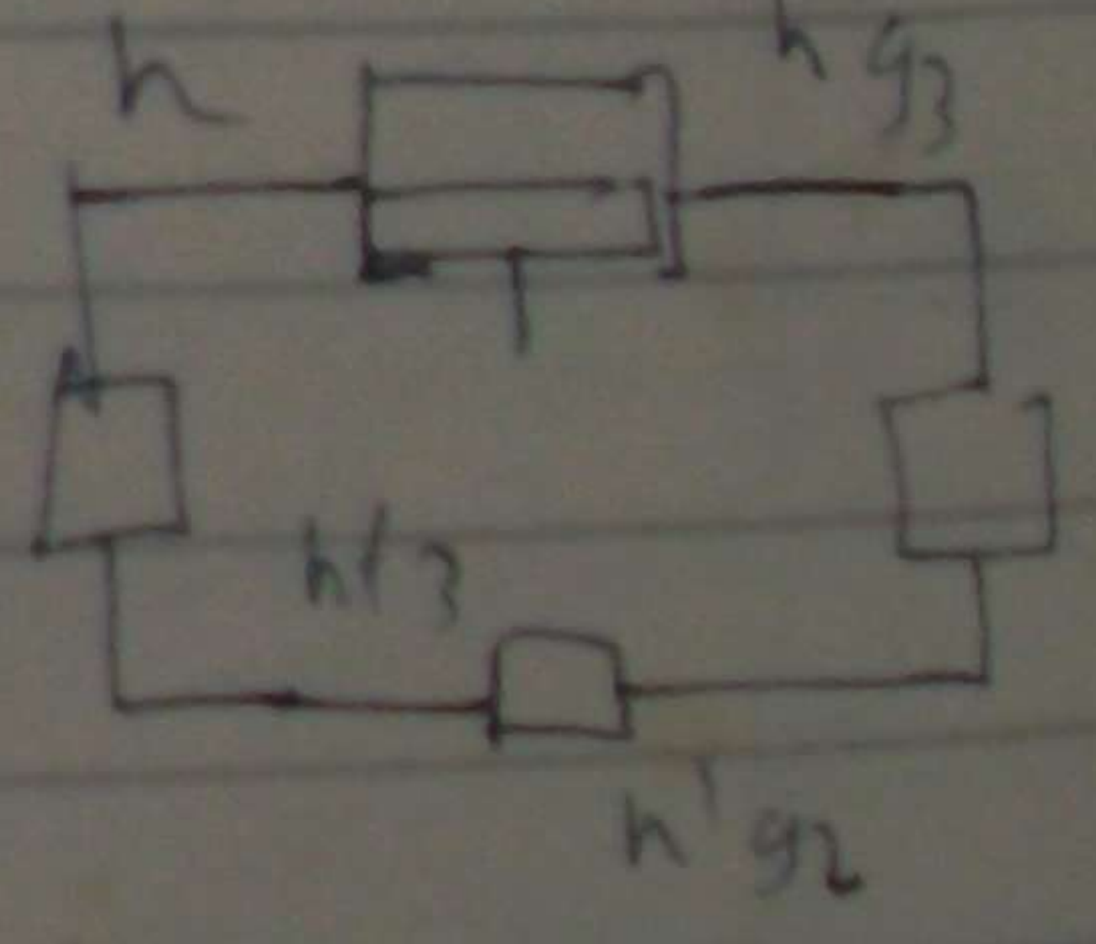
$hf_1 = hf_2 + x_2 hfg_2$

$54.81 = 17.82 + x_2(178.73-17.82)$

$160.91x_2 = 39.05$

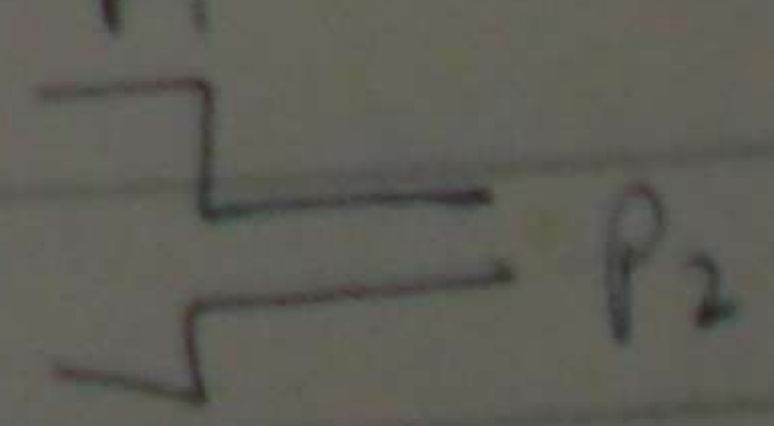
$x_2 = \frac{39.05}{160.91}$

$= 0.2303$ //



(ii) $h_3 - h'g_2 = 187.75 - 54.58$

$= 132.88\ kJ/kg$ //



③ ရေခဲစက်ကလေးသည် အမိုးနီးယားကို အလုပ်လုပ်သောအရည်အဖြစ် သုံးထား၏။
နိမ့်သည့်ဖိအား 8.5 bar တွင် ခြောက်သွေ့ပြည့်ဝသော အမိုးနီးယားငွေ့ဖြစ်၍ ရေနွေးငွေ့
စက်ပုံမှထွက်ပြီး ငွေ့ရည်ဖွဲ့စက်ထဲသို့ ဝင်၍ ကျိုကျိုပါသော ငွေ့ရည်ဖွဲ့သွားသော
ဖြင့် ဝင်ရင်းဖြစ်ဖြင့် ထွက်ရှိသည်။ ငွေ့ပျံစက်တွင်ဖိအား သည်
1.902 bar ဖြစ်ပါ၏။ အမိုးနီးယားသည် ငွေ့ပျံစက်မှ 0.96 ခြောက်သွေ့မှု
ဖြင့်ထွက်ရှိပါ၏။ ပမာဏ စီးဆင်းနှုန်း ပမာဏသည် (~~rate~~ of flow) 2 kg/min ဖြစ်ကြောင်းသိရှိရသော်
(1) ငွေ့ရည်ဖွဲ့စက်မှ ဖယ်ရှားသောအပူ (kJ/min)
(2) ရေခဲစေသောအကျိုး (refrigerating effect) kJ/min
(3) ငွေ့ပျံစက် ထွက်ပေါက်ရှိ ထုထည်စီးနှုန်းကို ရှာပေးပါ

Data

$P_1 = 8.57 \text{bar}$

$P_2 = P_3 = 1.902 \text{bar}$

$x_3 = 0.96$

$m = 2 \text{kg/min}$

~~working~~

Reqd.

$h - h_{f_1} = ? \text{kg/min}$

$h'_{g_3} - h'_{g_2} = ? \text{kJ/min}$

$m \cancel{V}_3 = ? \text{m}^3/\cancel{\text{min}}$

7-9-11-15

Add: data

$h_{f_1} = 275 \text{kJ/kg}$

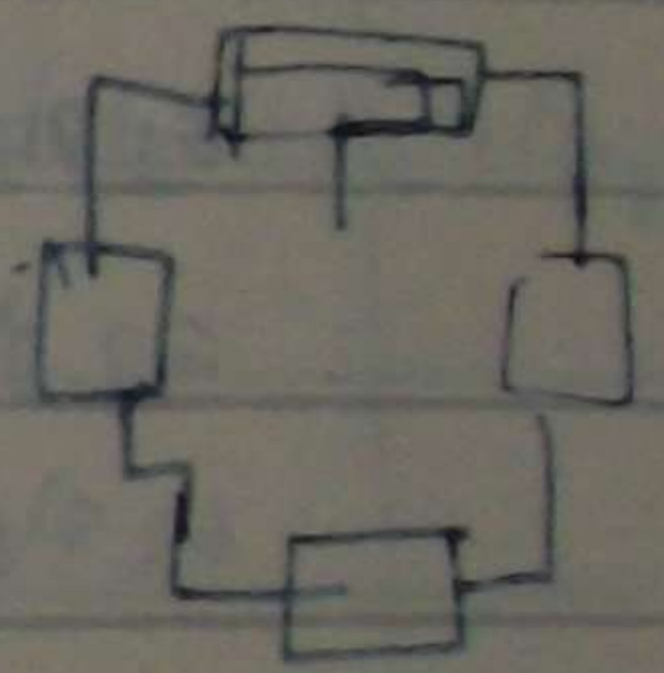
$h_{g_1} = 1462.6 \text{kJ/kg}$

$h_{f_2} = 89.8 \text{kJ/kg}$

$h_{g_2} = 1420.00 \text{kJ/kg}$

$V_{g_3} = 0.6237 \text{m}^3/\cancel{\text{min}}\ \text{kg}$

working



(i) $h - h_{f_1} = h_{g_1} - h_{f_1}$

$= 1462.6 - 275.1$

$= 1187.5 \text{kJ/kg}$

$m(h - h_{f_1}) = 2 \times 1187.5$

$= 2375 \text{kJ}/\cancel{\text{kg}}\text{min}$ //

(ii) $m(h'_g - h'_{g_2}) = m(h'_{g_3} - h_{f_1})$

$= 2[(\underline{89.8}) + [\underbrace{0.96 * (1420 - 89.8)}_{h'_{g_3}}] - \underbrace{(275.1)}_{h_{f_1}}]$

$= 2 \times 1091.7$

$= 2183.4 \text{kJ/min}$ //

(iii) $m V_3 = m x_3 V_{g_3}$

$= 2 \times 0.96 \times 0.6287$

$= 1.198 \text{m}^3/\text{min}$ //

④ [illegible] carbon dioxide [illegible] 0.28 [illegible] 0.92 [illegible] 290.7 kJ/ [illegible] (1) 1kg [illegible] (2) 14°C [illegible] –5°C [illegible] 0.5 kJ/sec [illegible]

[illegible] = 4.2 kJ/kgK

[illegible] = 204 kJ/kgK

[illegible] = 335 kJ/kg

Data

$x_2 = 0.28$

$x_3 = 0.92$

$h_{fg_2} = h_{fg_3} = 290.7$ kJ/kg

$C_w = 4.2$ kJ/kg

$C_i = 204$ kJ/kg

$t_1 = 5°C$

$t_w = 14°C$

$m = 0.5$ kJ/s

Reqd:

(i) $h'_{f_0} - h'_{g_2} = ?$ kJ/kg

(ii) $m = ?$ tonne/day

Working

[illegible] $= h'g_3 - hg'_2$

Refrigerating effect $= (h_{f_3} + x_3 h_{fg_3}) - (h_{f_2} + x_2 h_{fg_2})$

$= (x_3 - x_2) h_{f_2}$

$= (0.92 - 0.28)\, 290.7$

$= 186.1$ kJ/kg //

[illegible] = 14°C [illegible] + 0°C [illegible]

+ 0°C [illegible]

$= m c_w (t_w - 0) + h_{fg_2} + m c_i (0 - t_1)$

$= 1 \times 4.2 (14 - 0) + 335 + 1 \times 2.04 [0 - (-5)]$

$= 58.8 + 335 + 102$

$= 404$ kJ/kg

[illegible] $= CO_2$ [illegible]

$$= m(h'g_3 - h'g_2)$$

$$= 0.5 \times 186.1$$

$m \times 404$

$$m = \frac{0.5 \times 186.1}{404}$$

$$= 0.23034\ J/s$$

$$= \frac{0.2303 \times 3600 \times 24}{1080}$$

$$= 19.9\ tonne/day$$

404kJ=

335 kJ/kg => 144 Btu/lb.

109 Btu/sec.

[illegible]

[illegible]

392997 Btu/hr = $m(h'g_3 - h'g_2)$

=

အခန်း (၇)

အတွင်းလောင်အင်ဂျင်များ [illegible]

IC Engines – Elementry

[illegible] (working stroke/s)

relation between (hps) and (working stroke/s)

စဉ်	အင်ဂျင်အမျိုးအစား	[illegible]	[illegible]	[illegible]
၁	အတွင်းလောင်အင်ဂျင် (Internal combustion Engine)	[illegible] single action	၂ချက်ပြည့် two stroke	N = n
			၄ချက်ပြည့် 4 stroke	N = n/2
		[illegible] (Double action)	၂ချက်ပြည့် 2 stroke	N = 2m
			၄ချက်ပြည့် 4 stroke	N = m
၂	ရေနွေးငွေ့အင်ဂျင် Steam Engine	[illegible]		N = 2
		[illegible]		N = 2m

① လေးလုံးထိုး [illegible] 5.5 rev/s
[illegible] 390 mm² [illegible] 20
mm [illegible] 1mm = 0.8 bar [illegible] ~~[illegible]~~
[illegible] 150 mm [illegible] (stroke) [illegible] 200 mm [illegible]
[illegible]
[illegible]

<u>Data</u>

$k = 4$

$n = 5.5 \text{ rev/s} \ (N = \frac{5.5}{2} \text{ rev/s})$ working stroke/s

$\alpha = 390 \text{ mm}^2$

$\lambda = 20 \text{ mm}$

$s = \frac{1}{0.8} \text{ mm/bar}$

$D = 150 \text{ mm} = 0.15 \text{ m}$

$L = 200 \text{ mm} = 0.2 \text{ m}$

<u>Reqd:</u> $I_p = ?$

<u>working</u> $\bar{p} = \frac{\alpha}{\lambda} = \frac{390}{70} \text{ mm}$

$$p = \bar{p}\, s$$
$$= \frac{390}{70} \times \frac{1}{0.8}$$
$$= 0.4458 \text{ bar}$$
$$= 445.8 \text{ kN/m}^2$$

$$I_p = PLANK$$
$$= 445.8 \times 0.2 \left(\frac{\pi}{4} \times 0.15^2\right) \frac{5.5}{2} \times 4$$
$$= 17.82 \text{ kW} \ //$$

② [illegible] 250mm [illegible] 1125 mm [illegible]
[illegible] 586 kN/m² [illegible] ~~110~~ 110 rev/min
[illegible]
[illegible] 86% [illegible]

<u>Data</u>

$k = 8$

$D = 750 \text{ mm} = 0.75 \text{ mm}$

$L = 1125 \text{ mm} = 1.125 \text{ m}$

$p = 586 \text{ rev/m}^2$

$N = \frac{110}{2\times60}$ wsps

$\eta_{mech} = 0.86$

Reqd:

$Ip = ?$

$Bp = ?$

working

$I_p = PLANK$

$= 586\times1.126\times(\frac{\pi}{4}\times0.75^2)\times\frac{110}{2\times60}\times8$

$= 2136$ kws//

$\eta_{mech} = \frac{Bp}{Ip}$

$Bp = \eta_{mech}\times Ip$

$= 0.86\times2136$

$= 1838$kw

gorgrr

1HP = 746watt

1kw = 1.34HP

ဘရိတ်သုံးစွမ်းအားနှင့် စက်မှုစွမ်းရည်

Brake Power and mechanical Efficiency

အင်ဂျင်ဆလင်ဒါများ၌ ရရှိသော စွမ်းအားသည် ဖိစွမ်းအား (indicated power) (IP) ဖြစ်ပါသည်။ ၎င်း ဖိစွမ်းအား အားလုံးသည် [illegible] မရောက်ရှိပါ။ အဘယ့်ကြောင့်ဆိုသော် ပွတ်တိုက်မှုကြောင့် ဆုံးရှုံးသွားသည်။ ဥပမာ pistonring များက ဆလင်ဒါနံရံနှင့် [illegible] (crankshaft) ဝင်ရိုးနှင့် (connecting Bearing) များ ဝင်ရိုးနှင့် flushhead ဝင်ရိုးနှင့် ပွတ်တိုက်မှုကြောင့် ဆုံးရှုံးရပါ။ ယင်း ဆုံးရှုံးမှုများကို ဖယ်ရှားပြီး ကျန်သော အသုံးဝင်စွမ်းအားကို ဘရိတ်သုံးစွမ်းအားဟု ခေါ်ပါသည်။

ဖိစွမ်းအား = ဘရိတ်သုံးစွမ်းအား + ပွတ်တိုက်စွမ်းအား

Indicated Power = Brake Power + Frictional Power

$Ip = Bp + Fp$

$$စက်မှုစွမ်းရည် = \frac{ဘရိတ်သုံးစွမ်းအား}{ဖိစွမ်းအား}$$

$$\eta_{mech} = \frac{Bp}{Ip}$$

③ [illegible] (sixcylinder) [illegible] ဒီဇယ်အင်ဂျင် [illegible] 1125 [illegible] 2 rev/sec [illegible] 5 bar [illegible] 84% [illegible] 25% [illegible]

Data

$n = 6$

$BP = 1125W$

$N = 2\ rev/_{sec}$

$P = 5bar$

$\eta_{mech} = 0.84$

$L = 1.25D$

Reqd:

$L = ?$

$D = ?$

Working

$IP = PLANK$

$= P \times 1.25D \times (\frac{\pi}{4} D^2) NK$

$\frac{BP}{\eta_{mech}} = 1.25 \times \frac{\pi}{4} P D3 \times NK$

$$D = 3\sqrt{\frac{BP}{\eta_{mech}} \times \frac{1}{1.25 PLANK}}$$

$$= \frac{1125}{0.84 \times 1.25 \times \frac{\pi}{4} \times 500 \times 2 \times 6}$$

$$= 0.6103\ m \quad //$$

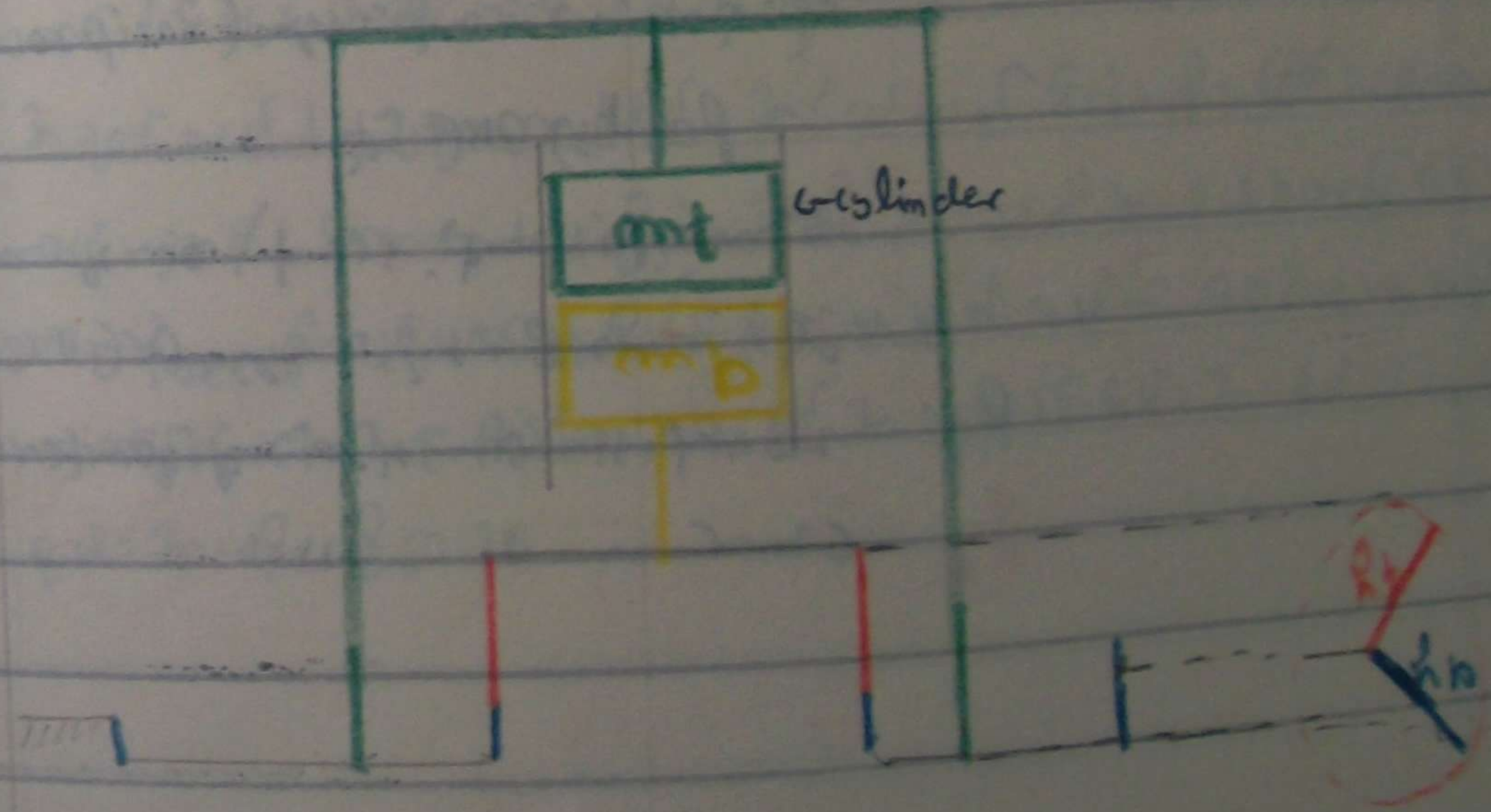
$$L = 1.25D$$

$$= 1.25 \times 610.3$$

$$= 766\ mm \quad //$$

[illegible] Piston [illegible]

Doxford opposed piston Engine



ဤ အင်ဂျင်တွင် စက်ဝိုင်း ... ပေါ် -- ... ဘက်ရှိ ...

သည့်အပြင် piston ကို ခေါင်းချင်းဆိုင်ထား၏။ piston ... ဖြင့် ...
... ရေးဆွဲထားသည်။ ... ဖြစ်ရသည် ...
ခေါင်းချင်းဆိုင်ထားသော piston ၂ ခုရှိသည့် ... ၏ ... ရှိ ...
ကာ ဖြစ်သည်။ အောက်ဘက်မှ piston သည် အပေါ်သို့ တက်နေလျှင် အပေါ်ဘက်မှ piston
သည် အောက်သို့ ဆင်းနေသည်။ အောက်ဘက်မှ piston သည် ဝင်ရိုး အောက် ၊ piston
rod (တံ) တို့နှင့် ဆက်ထားသည်။ အပေါ်ဘက်မှ piston သည် နံဘေးမှ အတံ
၂ ခုသို့ ဝင်ရိုးလည်ဖြင့် ဆက်ထားသည်။ နံဘေးမှ ကရိန့်တံ (crank) များသည်
အလယ်တံများဖြင့် ဆက်ထားသည်။ နံဘေးမှ ကရိန့်တံများသည် အလယ်
တံ ... 180° ကွာသည်။ (... 178° ...)

m_t = အပေါ် piston ၏ ရွေ့လျားနေသော
အစိတ်အပိုင်းများ (Reciprocating
parts) အလေးချိန်

m_b = အောက် piston ၏ ရွေ့လျားနေသော
အစိတ်အပိုင်းများ အလေးချိန်

R_t အပေါ် piston ၏ ကရိန့်တံ အချင်းဝက် (crank radius)

R_b အောက် ။

အင်ဂျင်များကို အောက်ပါ အတိုင်း ညီမျှထားသည်

$$m_t R_t = m_t R_b$$

$$\frac{m_t}{m_t} = \frac{R_b}{R_t}$$

④ ... ၂ ချက် ... ကောင်းကင်း ... piston Engine တွင် အပေါ်
piston ၏ (... နှင့် ဆက်သွယ်ထားသော လှုပ်ရှား
အစိတ်အပိုင်းများ) နှင့် (အောက် piston နှင့် ... နှင့်ဆက်သွယ်ထား
သော လှုပ်ရှား အစိတ်အပိုင်းများ) ၏ အလေးချိန် အချိုးသည်
7.5 : 6 ၊ piston များ၏ အချင်းများသည် ... အလေးချိန်နှင့်
... အချိုးကျသည်။ အပေါ်နှင့် အောက် piston ၂ ခု၏ ...
အမြန်နှုန်းသည် 1430 ... ဖြစ်၏။ အင်ဂျင်သည် ... ဖြစ်သည်။ ...
အချင်း 625 mm ၊ ... 6.5 bar ... 1.75
rev/sec ... 90% ...
... အပေါ်နှင့် အောက် piston များ၏ ...
... ။

Data

$$\frac{m_t}{m_b} = \frac{7.5}{6}$$

$$\frac{L_b}{L_t} = \frac{m_t}{m_b}$$

$L_t + L = 2430\,mm = 2.43\,m$

$k = 6$

$D = 625\,mm = 0.625\,m$

$p = 6.5\,bar = 6.5 \times 10^2\,uN/m^2$

$n = 1.75\,rev/sec$

$\eta_{mech} = 0.9$

Reqd

$L_t = ?\ mm$

$L_b = ?\ mm$

$Ip = ?\ kw$

$Bp = ?\ uw$

working

$$\frac{L_b}{L_t} = \frac{m_t}{m_b}$$

$$\frac{L_b}{L_t} = \frac{m_t}{m_b}$$

$$\frac{L_b}{L_t} + 1 = \frac{7.5}{6} + 1$$

$$\frac{L_b + L_t}{L_t} = \frac{7.5 + 6}{6}$$

$$\frac{2430}{L_t} = \frac{13.6}{6}$$

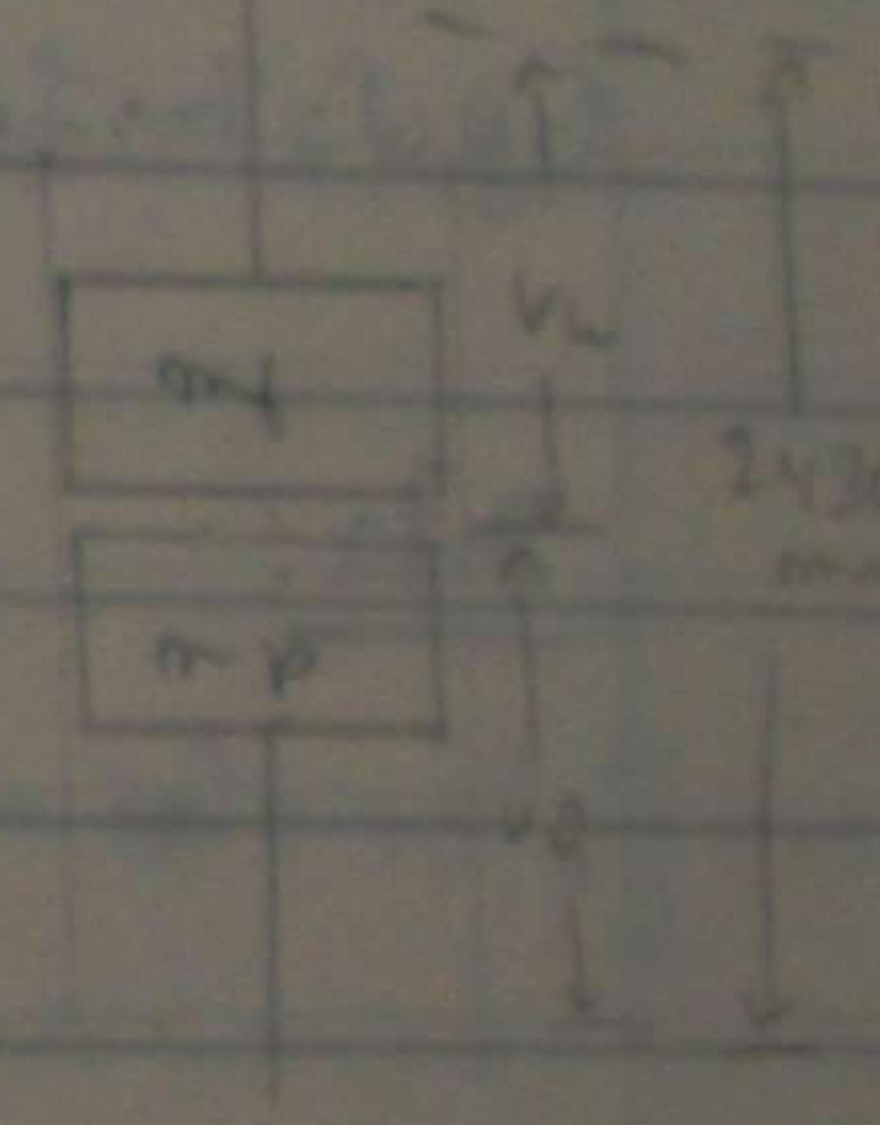
$$L_t = \frac{6}{13.6} \times 2430$$

$= 1026\,mm$ //

$L_b = 2430 - L_t$

$= 2430 - 1026$

$= 1350\,mm$ //



$I_p = PLANK$

$= (6.5 \times 10^2)(2.43)(\frac{\pi}{4} \times 0.625^2)$

$\times (1.75) \times 6$

$= 3089$ //

$Bp = \eta_{mech} \times Ip$

$= 0.9 \times 3089$ //

$= 2780\,uw$

5 [illegible] အချင်းသည် 700mm [illegible] 1350mm၊ piston rod အချင်း 150mm [illegible] 1.28 rev/s [illegible] piston [illegible] 5.8 နှင့် 4.9 bar အသီးသီး [illegible]။ [illegible] piston [illegible]။

Data:

$n = 8$

$D = 700mm = 0.7m$

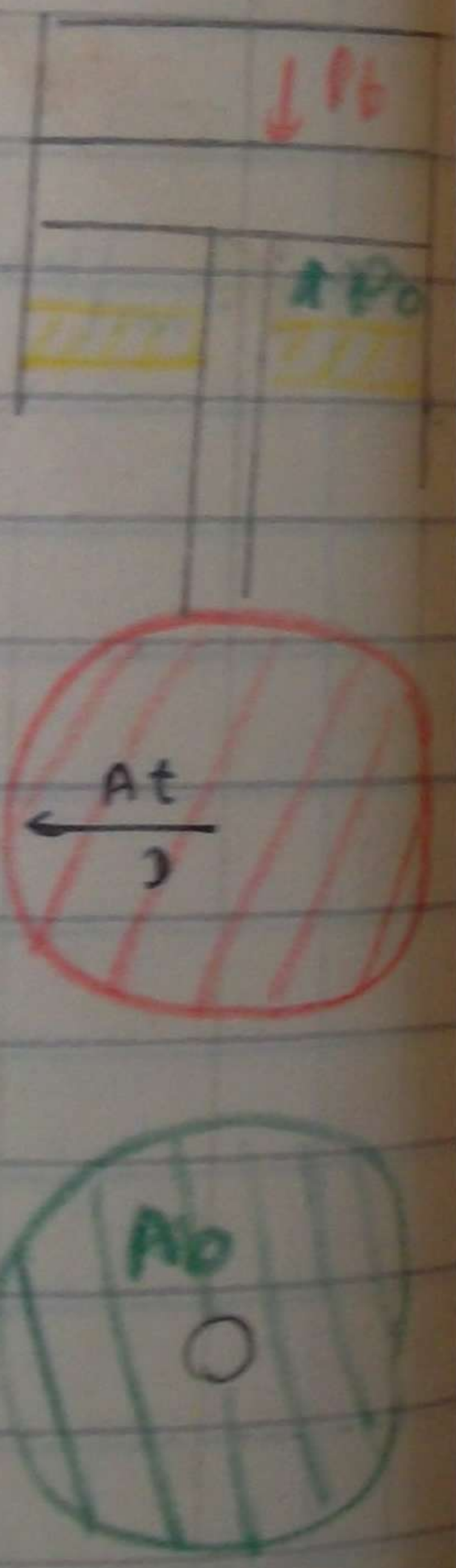
$L = 1350mm = 1.35m$

$d = 250mm = 0.25m$

$n = 1.8 rev/sec$

$P_t = 5.8bar = 580kN/m^2$

$P_b = 4.9bar = 490kN/m^2$



Reqd:

$ip_t = ?$

$ip_b = ?$

$I_p = ?$

$B_p = ?$

working

$$ip_t = PLA_tN$$
$$= 580 \times 1.35 \times \left(\frac{\pi}{4} \times 0.7^2\right) \times 1.8$$
$$= 542.4 kW //$$
$$ip_b = PLA_bN$$
$$= 490 \times 1.35 \times \left[\frac{\pi}{4}(0.7^2 - 0.25^2)\right] \times 1.8$$
$$= 399.7 kW //$$
$$I_p = (ip_t + ip_b) \times n$$
$$= [542.4 + 399.7] \times 8$$
$$= 7537 kW //$$
$$B_p = \eta_{mech} \times I_p$$
$$= 0.8 \times 7537$$
$$= 6830 kW //$$

အမှန်သက်ရောက်စွမ်းအားကိုရှာနည်း
To find the Brake horse power

အမှန်သက်ရောက်စွမ်းအားကို ဝိုင်းကြီးတွင် ဝင်ရိုးပေါ်၌ တွန်းကန်သော လိမ်အားကို အသုံးချပါ။

F = အသုံးချသော တွန်းကန်အား

R = တွန်းကန်သောအား သက်ရောက်ရာ အချင်းဝက်

T = လိမ်အား

n = တစ်စက္ကန့်တွင် လှည့်နိုင်သော အပတ်ပေါင်း

တစ်ပတ်တွင် အမှန်သက်ရောက်အလုပ် = အား × အကွာအဝေး

အလုပ် = အား × ပတ်လည်

= $F \times 2\pi R$

တစ်စက္ကန့်တွင် အမှန်သက်ရောက်မှု = $F \times 2\pi R n$

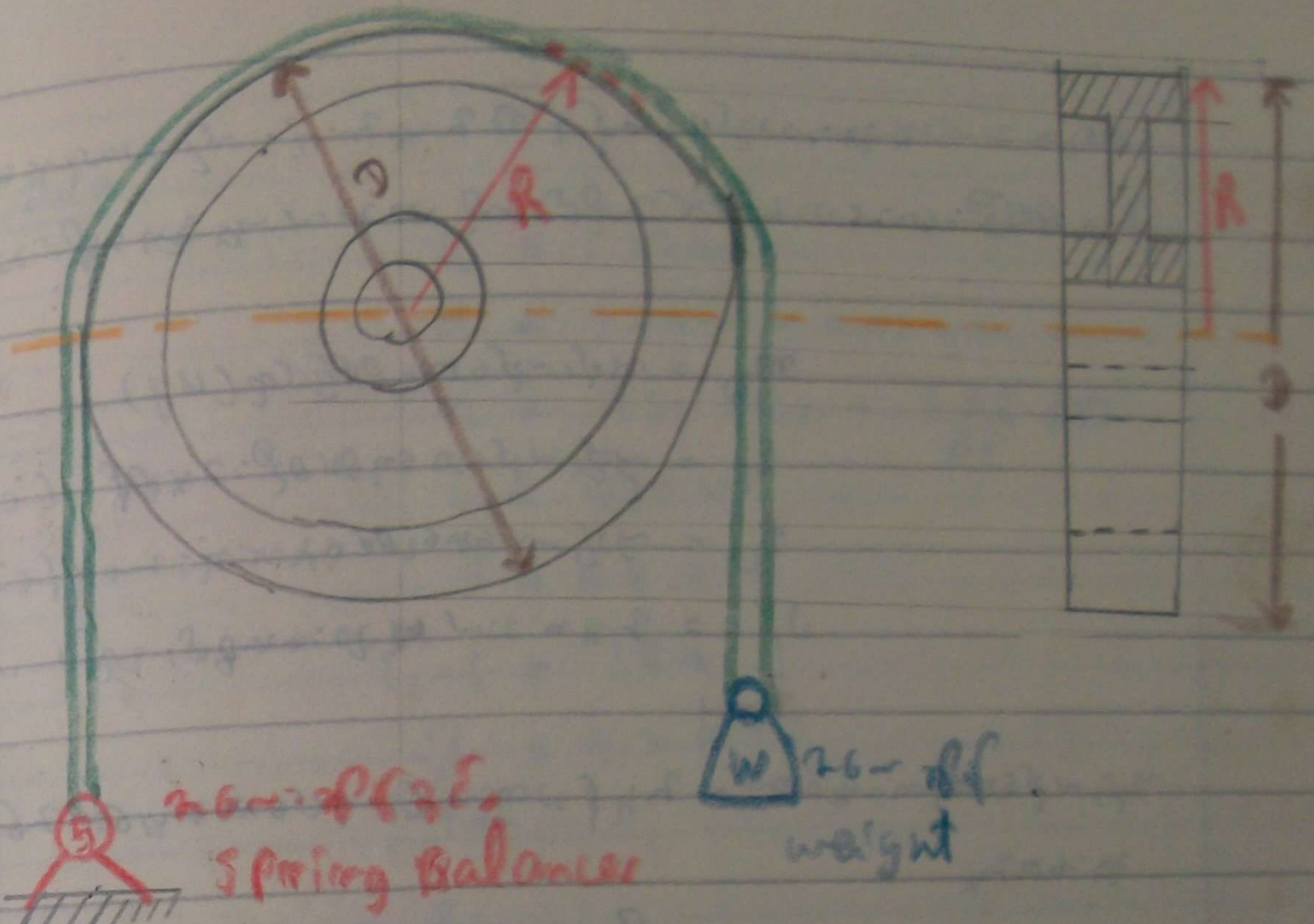
ရရှိလာသော အလုပ်

$$Bp = 2\pi F R n$$

$$FR = T$$

$$Bp = 2\pi \times T n$$

$$Bp = 2\pi T n$$



ပုံတွင်ပြထားသည့်အတိုင်း ကြိုး၏ တစ်ဖက်တွင် W (N) ကို ချိတ်ထားပါ အခြားတစ်ဖက်တွင် စပရိန်ချိန်ခွင်က S (N) အားပြမည်။ ဝင်ရိုးပေါ်တွင် သက်ရောက်သော အားမှာ ထိုအားနှစ်ခု၏ ခြားနားချက်ဖြစ်သည်။

$$F = W - S$$

$$Bp = 2\pi (W - S) R n$$

ဘီးကိုဝိုင်းပတ်ထားသော ကြိုးဘီး (Flywheel) ၏ အကွာအဝေးမှာ ~~ကြိုး~~ ကြိုးအရှည် ဖြစ်သည်။ ထိုကြောင့် ဝင်ရိုး၏ အမှန်သက်ရောက်စွမ်းအားကို ရှာနိုင်ပါသည်။ ထိုနည်းဖြင့် အင်ဂျင်များကို ... စမ်းသပ်နိုင်ပါသည်။

အေးရေက သယ်ယူသွားသည်။ ၎င်းကြောင့် အပူအားလုံးကို သယ်ယူဆောင်သွားနိုင်ရန် [illegible]

[အပူ [illegible]] ကို [illegible] သယ်ယူသွားနိုင်သည်။

m_ω = တစ်စက္ကန့်အတွင်း စီးဝင်သောရေထု (kg)

t_1 = တစ်စက္ကန့်အတွင်း ဝင်သောရေ၏ အပူချိန် (°C)

t_2 = တစ်စက္ကန့်အတွင်း ထွက်သောရေ၏ အပူချိန် (°C)

ξ_{turns} = ရေ၏ [illegible] ဖြစ်သည်။

တစ်စက္ကန့်အတွင်း ရေက [illegible] = [illegible]

[illegible]

= $\xi_{turns} \times$ ([illegible])

⑥ [illegible] 1.22 m [illegible] 24 mm [illegible] 250 rpm [illegible] 480 N [illegible] 84 N [illegible]။

[illegible] 18 K [illegible] litre [illegible]။ [illegible] 90% [illegible]။ ရေ၏ [illegible] 4.2 kJ/kgK [illegible]။

Data

$D_0 = 1.22 m$

$d = 24 mm = 0.024 m$

$n = 250 rpm = \frac{250}{60} pps$

$W = 480 N$

$S = 84 N$

$t_2 - t_1 = 18 K$

$\xi_{turn} = 4.2 kJ/kgK$

Reqd:

$Bp = ?$

$w_w = ?$

Working

$$R = \frac{D_0 + d}{2}$$

$$= \frac{1.22 + 0.024}{2}$$

$$= 0.622$$

$$Bp = 2\pi (W - S) R n$$

$$= 2 \times 3.14 (480 - 84) \times 0.622 \times \frac{250}{60}$$

$$= 6449$$

$$= 6.449 kW$$

$m_w(t_2-t_1) = \eta_{turm}(kW \times 5.6\times10^3)$

$m_w(4.2)\times18 = 0.9(6\,kW\,3.6\times10^3)$

$m_w = 276.4\,kg/hr$

$v_w = 276.4$ litre/hr

[illegible] (Hydraulics) [illegible] Dynometer [illegible] $\frac{W \times rev/s}{300}$ [illegible] W = [illegible] (N) [illegible] rev/sec [illegible] 180N [illegible] 1218 kg/hr [illegible] 16.4°C [illegible] 36.9°C [illegible]

Data:

$BP(kW) = \frac{W \times rev/s}{300}$

$n =$

$W = 180N$

$m_w = 1218\,kg/hr$

$t_1 = 16.4°C$

$t_2 = 36.9°C$

$\eta_{turm} = ?$

Reqd:

$\eta_{turm} = ?$

working

$BP = \frac{W \times rev/s}{300}$

$= \frac{W \times 50}{300}$

$= 30\,kW$

[illegible] $= 30\,kWh$ [illegible]

[illegible] $= 30 \times 30.6 \times 10^3\,kJ$

$=$

[illegible] $= m_w(t_2 - t_1)$

[illegible] $= 1218 \cdot 4.2 (36.9 - 16.4)$

$= 1218 \times 4.2 \times 20.5$ kJ

$$\eta_{farm} = \frac{1218 \times 4.2 \times 20.5}{30 \times 3.6 \times 10^3}$$

$= 0.9709$

$= 97.09$ %

ပုစ္ဆာ

ကိန်းရှာရမည့် R ကိုဖော်ပြပါ။

အဖြေရှာ $BP = 2\pi (W - S) R N$

$$\frac{W \times N}{300} = 2\pi (W - S) R N$$

$W = W - S$

$N = N$

$$\frac{1}{300} = 2\pi R$$

$$R = \frac{1}{600\pi}$$

မော့(စ်) စမ်းသပ်နည်း (Morse Test)

ဤစမ်းသပ်နည်းမှာ အင်ဂျင်များ၏ ပြညွှန်းအားကို ရှာဖွေစမ်းသပ်သော နည်းပင်ဖြစ်ပေသည်။ ဆလင်ဒါ တစ်လုံးထက်ပိုသော အင်ဂျင်များ၏ ပြညွှန်းအားကို morse test ဖြင့် အလွယ်တကူ ရှာဖွေနိုင်သည်။ အလုပ်လုပ်နေသော အင်ဂျင်များတွင် ဆလင်ဒါများကို [illegible] ~~[illegible]~~ ရပ်စေခြင်းဖြင့် အားကို [illegible] သည်။ [illegible] ပြညွှန်းအားကို ရှာဖွေနိုင်သည်။ [illegible] spark plug ကိုဖြုတ်၍ ဖြစ်စေ [illegible] ရပါသည်။

Diesel Engine များတွင် Diesel ဆီပေးခြင်းကို ဖြတ်တောက်၍ ရပါသည်။ စမ်းသပ်ရာတွင် အင်ဂျင်ပါ [illegible] ဆီ ပေးခြင်းကို ဖြတ်၍ [illegible] သည်။ [illegible] များ ရှာဖွေနိုင်ပေသည်။

t_1 = [illegible]

t_2 = [illegible]

t_3 = [illegible]

t_4 = [illegible]

f = [illegible]

B = [illegible]

B_1 = [illegible]

$t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + f = B$ ——— ① [illegible]

$t_2 + t_3 + t_4 - f = B - B_1$ ——— ②

① − ②

$t_1 = B - (B_1)$

$t_2 = B - (B_2)$

$t_3 = B - (B_3)$

$t_4 = B - (B_4)$

[illegible]

[illegible]

Data

n = 24.5 rev/s

T = [illegible] N-m

T_1 = [illegible] N-m

T_2 = [illegible] N-m

T-2 = [illegible] N-m

T-3 = [illegible] N-m

T-4 = 121.1 N-m

Reqd: bp = ?

ip = ?

η_{mech} = ?

Working B = [illegible]

= [illegible]

= [illegible]

= [illegible]

= [illegible]

= [illegible]

$B-1 = 0.1539T$

$= 0.1539 \times 130.8\,kw$

$= 20.19\,kw$

$B-2 = 0.1539T-2$

$= 0.1539 \times 130.2$

$= 20.04\,kw$

$B-3 = 0.1539 \times (T-3)$

$= 0.1539 \times (129.9)$

$= 20.00\,kw$

$B-4 = 0.1539T_4$

$= 0.1539 \times 131$

$= 20.18\,kw$

$i_1 = B-(B-1)$

$= 29.84 - 20.13$

$= 9.71$

$i_2 = B-(B-2)$

$= 29.84 - 20.04 = 9.8$

$i_3 = B-(B-3)$

$= 29.84 - 20.0$

$= 9.84$

$\dot{i}_4 = B - B_4$

$= 24.84 - 20.13$

$= 4.66$

$\varepsilon_i = 39.01\,kw$

$\eta_{mech} = \frac{29.84}{34.01}$

$= \underline{0.7641}$

$= 76.41\,\%$ //

*
*

လောင်စာဆီစားနှုန်း (specific fuel consumption)

လောင်စာဆီစားနှုန်းဆိုသည်မှာ 1 kw စွမ်းအားကို ထုတ်ပေးရန်
~~[illegible]~~ ၁ စက္ကန့်တွင် စားသုံးသော ဆီပမာဏကို ခေါ်ပါသည်။
၁ ~~[illegible]~~ ၁ စက္ကန့်မှာ များသော အားဖြင့် 1 kw ကို ခေါ်ပါသည်။
လောင်စာဆီ [illegible] အားဖြင့် kg ဖြင့် [illegible]

၉ ~~[illegible]~~ အင်ဂျင်တစ်ခု၏ ဘရိတ်ကီလိုဝပ်နာရီတွင် လောင်စာကုန်ကျမှုမှာ 0.255 kg/kWh ဖြစ်၍
~~[illegible]~~ စက်ပိုင်းစွမ်းရည် 85% ဖြစ်လျှင် အောက်ပါတို့ကို တွက်ချက်ပါ။
(1) ဘရိတ်အပူစွမ်းရည်
(2) အညွှန်းပြအပူစွမ်းရည်
~~[illegible]~~ လောင်စာ၏ အပူတန်ဖိုးကို 43.5 ~~M~~ MJ/kg ဟုယူပါ။
(3) မီးခိုးများက သယ်ဆောင်သွားသော အပူကို ပေးခဲ့သော အပူ၏ ရာခိုင်နှုန်းဖြင့်
လောင်စာ 1kg ~~[illegible]~~ နှင့် လေ 35 kg ကို ဖြင့် လောင်ကျွမ်းပြီး ဝင်လေအပူချိန်မှာ
26°C နှင့် မီးခိုး (Blower temp) အပူချိန်မှာ 393°C ဖြစ်ကြောင်းတွေ့ရပါက မီးခိုး
ဓါတ်အပူတန်ဖိုးကို 1.005 kJ/kgK ဟုယူပါ။

Data

$m_f = 0.255\,kg/kWh$ (Brake)

$\eta_{mech} = 0.85$

$c_v = 43.5\,MJ/kg$

$= 43500\,kJ/kg$

$m_{a+e} = 35\,kg$ /kg of fuel

$t_1 = 26°c$

$t_2 = 393°c$

$c_p = 1.005\,kJ/kgK$

Reqd:

(i) $\eta_{f-th} = ?\,\%$

(ii) $\eta_{b\,th} = ?\,\%$

(iii) $\dfrac{Q_{f1}}{cv} = ?\,\%$

Working

(i) $\eta_{f-th} = \dfrac{3.6\,(MJ/kWh)}{m_f \times c_v}$

$= \dfrac{3.6}{0.255 \times 43.5}$

$= 0.3245$

$= 32.45\%$

(ii) $\eta_{f-th} = \dfrac{\eta_{b-th}}{\eta_{mech}}$

$= \dfrac{0.3245}{0.85}$

$= 0.3774$

$= 37.74\%$

(iii) $Q_{f_1} = (m_{a+e}+1)\,c_p(t_2-t_1)$

$= (35+1)\,1.005\,(393-26)$

$= 1.327 \times 10^4\,kJ$

$= 13.27$ MJ/kg of fuel

$$\frac{Q_{f1}}{CV} = \frac{13.27}{43.5}$$

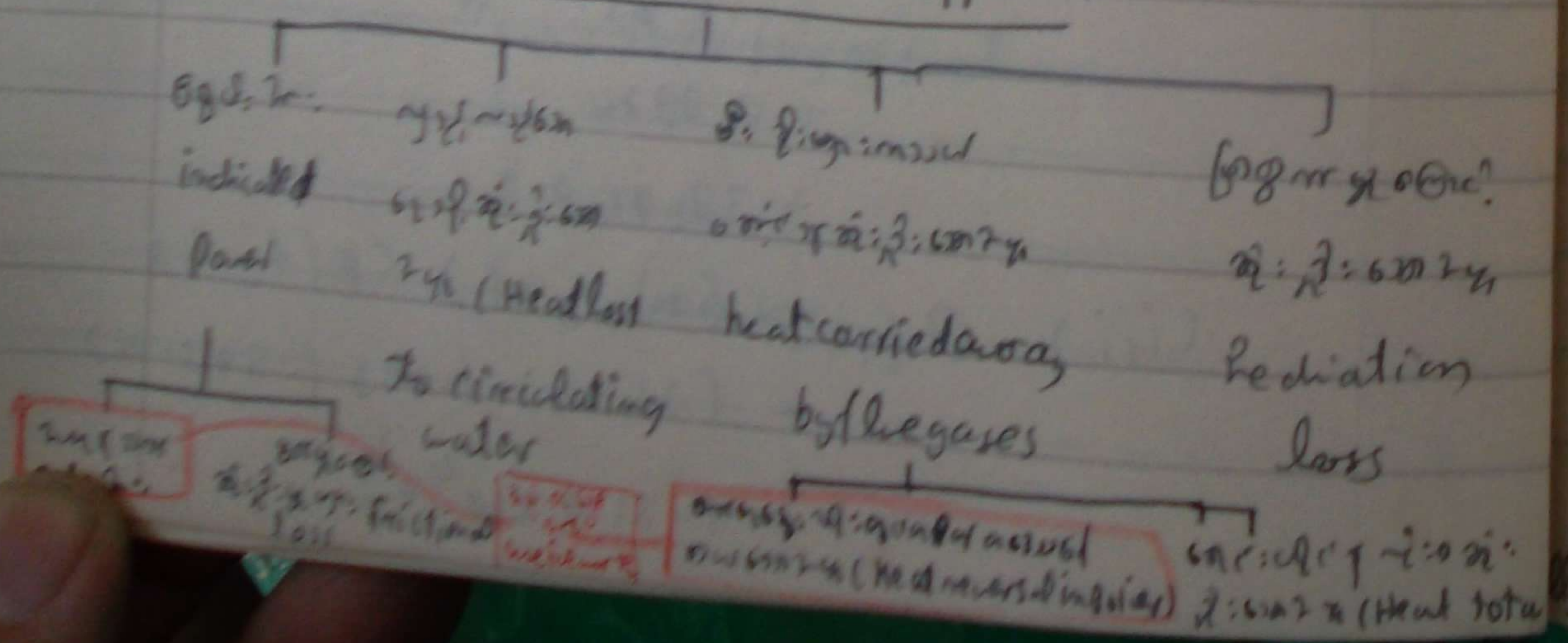
$$= 0.3052$$

$$= 30.52\%$$

//

အပူစာရင်း (Heat Balance Sheet)

အင်ဂျင်ထဲ့ ဖြည့်သွင်းသော အပူပေါင်း အနက် အချို့ အလုပ်အဖြစ် အသုံးဝင်သော အလုပ် ပြောင်းလဲ သွားပါ။ ဆုံးရှုံးမှုများ အနက် အများဆုံး ဆုံးရှုံးမှုများမှာ [အအေးခံရေကြောင့် သယ်ဆောင်သွားသော အပူ] နှင့် [မီးခိုးများ သယ်ဆောင်သွားသော အပူ] တို့ဖြစ်သည်။ [illegible] ဖြည့်သွင်းသော အပူကို 100% ဟုယူ ထားသည်



10 ဒီဇယ်အင်ဂျင်စက်ရုံသည် တစ်နေ့ လျှင် လောင်စာ 27 tonne ကိုလောင်ကျွမ်းစေ၍ ညွှန်ပြ ပါဝါ 4960 kW နှင့် အမှန် ဝင်ရိုးပါဝါ 4060 kW ကိုထုတ်ပေးပါသည်။ အင်ဂျင်ကို ဖြတ်၍ [illegible] သော အပူပေါင်း များ အနက် 31.2% ကို အအေးခံ ရေနှင့် [illegible] 30.8% ကို မီးခိုးများ ကြောင့် သယ်ဆောင်သွား ပါ။ [illegible] အပူစွမ်းရည်၊ စက်မှု အပူ စွမ်းရည်၊ [illegible] စွမ်းရည်နှင့် လောင်စာ [illegible] အပူ တန်ဖိုးကို ရှာပါ။

Data $m_f = 27$ tonne/day $= \frac{27 \times 10^3}{24}$ kg/hr

$I_p = 4960$ kW

$B_p = 4060$ kW

$$\frac{Q_{cw} + h}{CV} = 31.2\%$$

$$\frac{Q_{f1}}{CV} = 30.8\%$$

Reqd.

$\eta_{ith} = ?$

$\eta_{mech} = ?$

$\eta_o = ?$

$m_f = ?$ kg/kWh

$CV = ?$

Working

$$\eta_{ith} = 100\% - \left(\frac{Q_{cw} + Q_{lo}}{CV} + \frac{Q_{f1}}{CV}\right)$$

$$= 100\% - (31.7 + 30.8)$$

$$= 100 - 62.5$$

$$= 37.5\ \% \ // \quad \text{(Ans)}$$

$$\eta_{mech} = \frac{BP}{IP}$$

$$= \frac{4060}{4960}$$

$$= 81.85\% \ // \quad \text{(Ans)}$$

$$\eta_{o} = \eta_{th} * \eta_{mech}$$

$$= 0.375 \times 0.8161$$

$$= 0.307$$

$$= 30.7\% \quad \text{(Ans)} \ //$$

$$m_f = \frac{27 \times 10^3}{24 \times 4960}$$

$$= 0.2269\ kg/kWh \ // \quad \text{(Ans)}$$

$$\eta_{ith} = \frac{3.6}{m_f * C_v}$$

$$C_v = \frac{3.6}{m_f \times \eta_{ith}}$$

$$= \frac{3.6}{0.2269 \times 0.375}$$

$$= 42.22\ MJ/kg \ //$$

(11) အင်ဂျင်တစ်ခု၏ [illegible] ဆီစားနှုန်းမှာ 0.243 kg/kWh ဖြစ်၍ [illegible] 1600 kW ကိုထုတ်ပေးသည်။ လောင်စာဆီ၏ အပူတန်ဖိုးမှာ 42 MJ/kg ဖြစ်သည်။ ချောဆီ (lub oil) 42 tonne/hr [illegible] ချောဆီ၏ အဝင်အပူချိန်မှာ 24°C နှင့် အထွက်အပူချိန်မှာ 39°C ဖြစ်၏ ချောဆီ၏ [illegible] 2.1 kJ/kg K [illegible] tonne/hr [illegible] 3[illegible]°C [illegible] 4.2 kJ/kg K [illegible]။

Data

$m_g = 0.243$ kg/kWh

$B_p = 260$ kW

$c_v = 42$ MJ/kg

$m_{Lo} = 40$ tonne/hr

$t_{o_1} = 24°c$

$t_{o_2} = 49°c$

$t_{w_1} = 21c$

$t_{w_2} = 31c$

$c_w = 4.2$ kJ/kg

Reqd.

$\frac{Q_{Lo}}{Q_f} = ?$

$m_w = ?$ tonne/hr

working

$Q_f = m_f \times B_p(c_v)$

$= 0.243 \times 2600 [42 \times 10^3]$ kJ

$Q_{Lo} = m_{Lo} c_{Lo} (t_{Lo_2} - t_{Lo_1})$

$= 40 \times 10^3 \times 21 [49-24]$

$$\frac{Q_{Lo}}{Q_f} = \frac{40 \times 10^3 \times 21 [49-24]}{0.243 \times 2600 (42 \times 10^3)}$$

$= 0.07919$

$= 7.919\%$

[illegible] = [illegible]

$m_w c_w (t_{w_2} - t_{w_1}) = m_{Lo} \times c_{Lo} (t_{Lo_2} - t_{Lo_1})$

$m_w = 50 \times 10^3$ kg/hr

$= 50$ tonne/hr //

⑫ [illegible]
[illegible] 3.93 bar [illegible] 5 rev/sec [illegible]
[illegible] 4.33 kW [illegible]
[illegible] 123 [illegible] 8.1 m³/hr
[illegible] 180mm [illegible] 300mm
[illegible] 17.6 MJ/m³ [illegible]
[illegible] 10 [illegible]
[illegible]

Data

$u = 1$

$p = 3.93$ bar

$n = 5$ rev/s

$B_p = 4.7$ kW

$N = 123 \times \frac{EPm}{WSPm}$

$= \frac{123}{60} \times EPS$

$V_f = 3.1 m^3/hr = \frac{3.1}{3600} m^3/s$

$D = 120mm = 0.18m$

$L = 300mm = 0.3m$

$C_V = 17.6 mJ/m^3 = 17.6 \times 10^3 kJ/m^3$

Reqd

$i_p = ?$

$\eta_{mech} = ?$

$\eta_{ith} = ?$

$\eta_{bth} = ?$

working

$i_p = PLANK$

$= 3.93 \times 0.3 \times \frac{\pi}{4} \times 0.18^2 \times \frac{123}{60} \times 1$

$= 6.152 kW$

$\eta_{mech} = \frac{bp}{ip} = \frac{4.33}{6.152}$

$= 0.7039$ //

$\eta_{ith} = \frac{\text{[illegible]}}{\text{[illegible]}}$

$= \frac{ip}{V_f (C_V)}$

$= \frac{6.152}{\frac{3.1}{3600} \times 17.6 \times 10^3}$

$= 0.4659$

$= 46.59 \%$ //

$\eta_{bth} = \eta_{ith} \times \eta_{mech}$

$= 0.4659 \times 0.7039$

$= 0.2858$

$= 28.58 \%$ //

[illegible]

[illegible] = 5 rev/sec [illegible]

[illegible]

$N = \frac{m}{2} = \frac{5}{2} = 2.5$ [illegible]

[illegible] - $N = 123$ EPm/~~min~~ [illegible]

[illegible] $N = \frac{123}{60} = 2.05$ EPS [illegible]

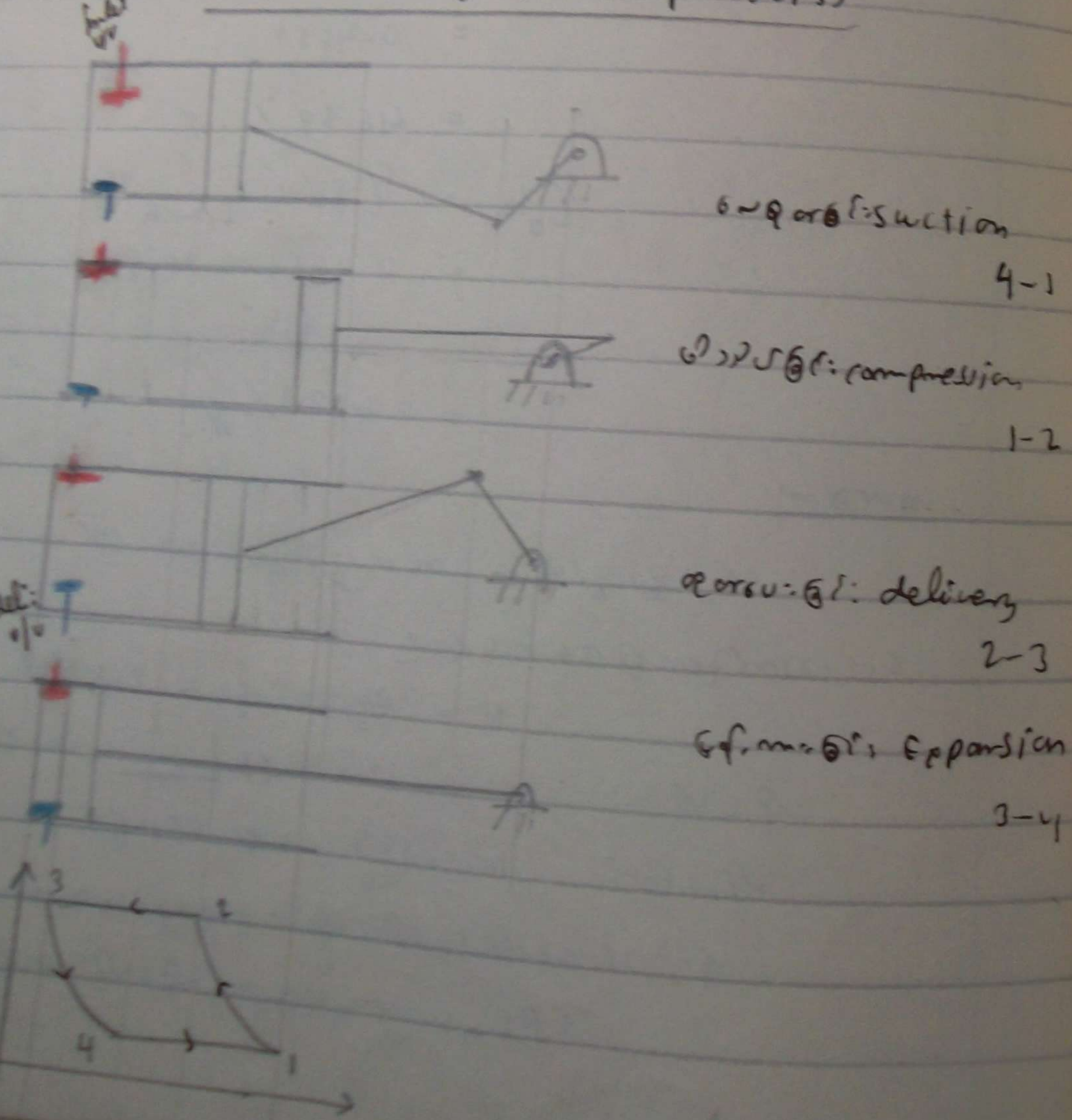
[illegible]

EPS [illegible]

[illegible] ~~[illegible]~~ (hit and miss gear) ဖြင့် [illegible] သည်။

အခန်း (၉)

ေလဖိသိပ်စက်များ (Air compressers)



အလုပ်လုပ်ပုံ ပတ်လမ်းစဉ် (Working cycle

ေလစုပ်ချိန် 4-1 ပတ်လမ်း ၄ မှ ၁ ထိ piston သည် ရွေ့လျားေသာ [illegible] (Delivery valve) သည် ပိတ်ေနေပါ။ piston [illegible] သည်။

ဖိသိပ်ချိန် 1-2 ဖိသိပ်ချိန်တွင် [illegible] piston သည် [illegible] piston သည် [illegible] ဖိသိပ်ခြင်း [illegible] သည်။

ထုတ်ေပးချိန် 2-3 ထုတ်ေပး [illegible] ထုတ်ေပးသည်။ ထုတ်ေပးချိန်တွင် [illegible] piston သည် [illegible] သည်။

ပြန့်ကားချိန် 3-4 ပြန့်ကားချိန် [illegible] ပြန့်ကားချိန်တွင် [illegible] piston သည် [illegible] ဖြစ်ေနသည်။

ဖိသိပ်ခြင်းနိယာမ (Law of compression)

ဖိသိပ်ခြင်း [illegible] ~~[illegible]~~ ထုတ်ေပးချိန် [illegible] $pv^n = c$ [illegible] ဖိသိပ်ချိန် [illegible] ဖိသိပ်ချိန် $pv^n = c$ [illegible] $pv = c$ [illegible]။

[illegible] ဖိသိပ်ချိန် [illegible]

① [illegible] 250 mm [illegible] 350 mm [illegible] 900 cm³ [illegible] $pv^{1.35} = c$ [illegible]

Data $D = 250mm$

$L_s = 350mm$

$V_c = 900cm^3 = 900 \times 1000 mm^3$

$P_1 = 0.98 bar$

$P_2 = 4.1 bar$

$pv^{1.35} = c$

Req'd $L_1 - L_2 = ?$

Working

$V_c = \frac{\pi}{4} d^2 L_c$

$= \frac{900}{\pi d^2}$

$= \frac{4 \times 900 \times 1000}{\pi \times 250^2}$

$= 18.33mm$

$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n$

$\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^n = \frac{P_1}{P_2}$

$\left(\frac{L_2}{L_1}\right)^n = \frac{P_1}{P_2}$

$\frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{1/n}$

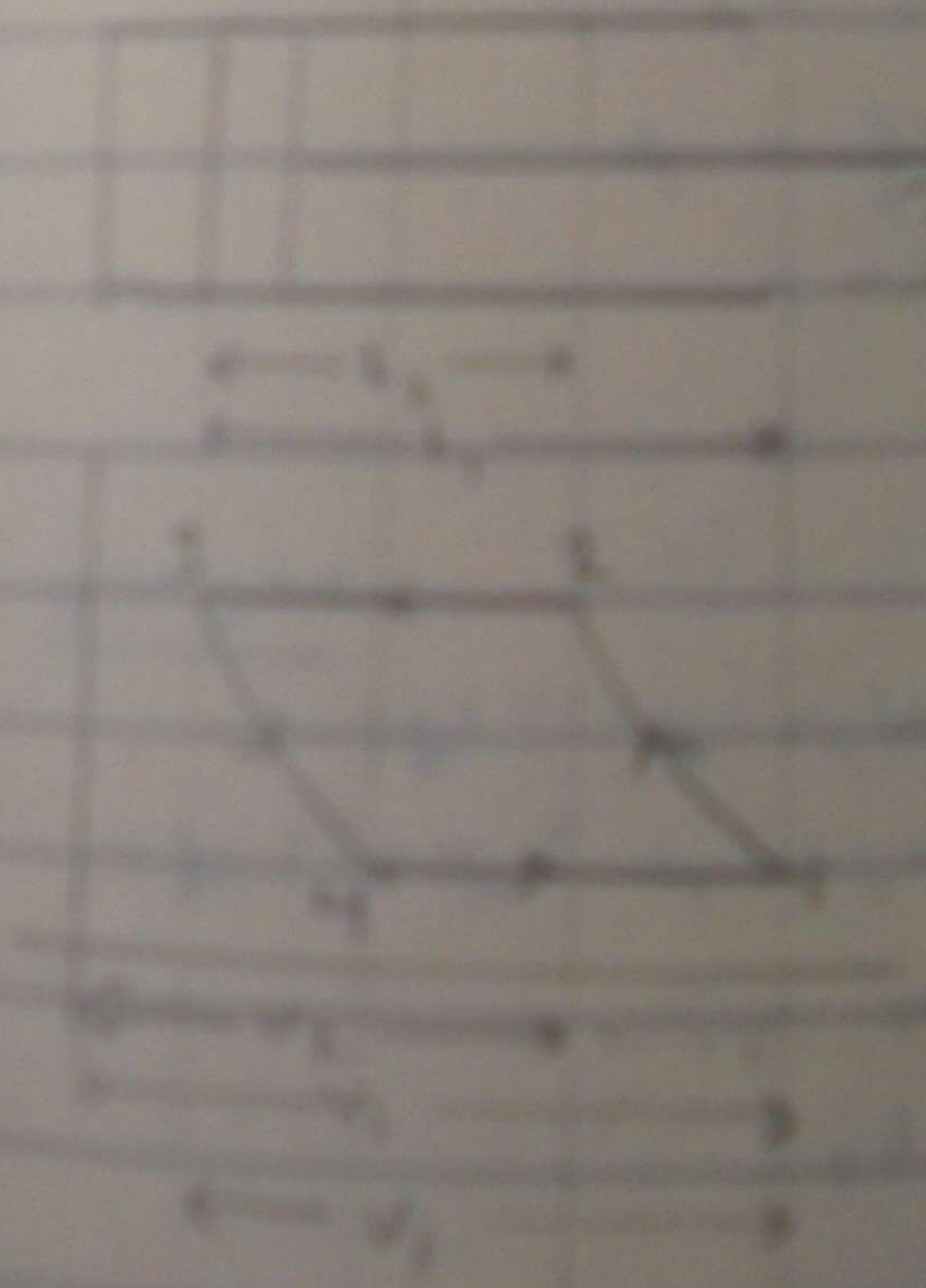
$L_2 = L_1 \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{1/n}$

$= 368.3 \left(\frac{0.98}{4.1}\right)^{1/1.35}$

$= 117.8mm$

$L_1 - L_2 = 368.33 - 117.8$

$= 250.5mm$ //



② ပေထရိုလ်အင်ဂျင်တစ်လုံး၏ အချင်းမှာ 80mm ရှိပြီး စထရုတ်မှာ 160mm ရှိ၏။ ဖိသိပ်ခြင်း စတင်ချိန်နှင့် ဆုံးသောအခါ 1 နှင့် 5 bar အသီးသီးရှိ၏။ piston သည် ဖိသိပ်ခြင်းစသောနေရာမှ 120mm ကွာသောအခါ ဖိအားအဆုံးသို့ရောက်၏။ ဖိသိပ်ခြင်း ဖြစ်စဉ်သည် $PV^{1.3} = c$ ဖြစ်လျှင် ကင်းလွတ်ထုထည်ကို (cc) (cm³) ဖြင့်ရှာပါ။

Data

$D = 80mm$

$L_s = 160mm$

$P_1 = 1bar$

$P_2 = 5bar$

$L_1 - L_2 = 120mm$

$PV^{1.3} = c$

Reqd:

$V_c = ?\,(cc)$

Working

$L_1 = L_s + L_c$

$= 160 + L_c$

$L_2 = L_1 - 120$

$= L_c + 160 - 120$

$= 40 + L_c \; mm$

$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n$

$(\frac{V_1}{V_2})^n = \frac{P_2}{P_1}$

$\frac{V_1}{V_2} = (\frac{P_2}{P_1})^{\frac{1}{n}}$

$\frac{160+L_c}{40+L_c} = (5/1)^{1/1.3}$

$160 + L_c = 3.449(40+L_c)$

$= 137.96 + 3.449 L_c$

$2.449 L_c = 22.04$

$L_c = 0.9cm$

$V_c = \frac{\pi}{4} D^2 L_c$

$= \pi/4 \times 8^2 \times 0.9$

$= 45.24cc$ //

မှတ်ချက်

ပုစ္ဆာ (1) တွင် V_c ကိုပေးထားပြီး $L_1 - L_2$ ကို ရှာခိုင်းသည်။

ပုစ္ဆာ (2) တွင် $L_1 - L_2$ ကိုပေးထားပြီး V_c ကိုရှာခိုင်းသည်။

3 လေ[illegible] 566 litres ရှိပါ။ [illegible] ဖိအား 40 ရှိ၍ အပူချိန်သည် 26 [illegible] ရှိသည်။ [illegible] 0°C တွင် လေ 1 cum ၏ ဒြပ်ထုသည် 1.293 kg ဖြစ်ပါ။ ([illegible])

Data

$V = 566 \text{ litres} = 0.566 \, m^3$

$P = 40 \text{ atmospheres} = 40 \text{ bar}$

$T = 26+273 = 299°K$

$\rho_0 = 1293 kg$

$P_0 = 1 \text{ bar}$

$T_0 = 273°K$

Reqd.

$m = ?$

working

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0}$$

$$V_0 = \frac{PV}{T} \times \frac{T_0}{P_0}$$

$$= \frac{40 \times 0.566 \times 273}{299 \times 1}$$

$$m = \rho_0 V_0$$

$$= 1.293 \times \frac{40 \times 0.566 \times 273}{299 \times 1}$$

$$= 26.73 kg //$$

4 [illegible] 0.9 kg ရှိ လေ[illegible] ဖိအား 10 [illegible] ဖိသိပ်သည်။ $PV^{1.2} = C$ ဖြစ်ပါက အောက်ပါတို့ကို ရှာပါ။

(i) တမိနစ်တွင်း [illegible] လေထုထည် [illegible]

(ii) တမိနစ်တွင်း ထုတ်ပေးသော လေထုထည် [illegible]

(iii) ဖိသိပ်ထားသော လေ၏ အပူချိန်

[illegible] 0°C တွင် လေ [illegible] 0.7734 m^3/kg [illegible]

ပါ။

Data:

$m = 0.9 \, kg/min$

$P_1 = 1 \, atm$

$T_1 = 24+273 = 297°K$

$P_2 = 10 \, atm$

$PV^{1.2} = C$

$P_0 = 1 atm$

$T_0 = 273°K$

$V_{g_0} = 0.7734 \, m^3/kg$

Reqd:

(i) $V_1 = ? \, m^3/min$

(ii) $V_2 = ? \, m^3/min$

(iii) $t_2 = ? \, °c$

Working

(i) $$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

$$V_1 = V_0 \times \frac{P_0}{P_1} \times \frac{T_1}{T_0}$$

$$V_1 = V_0 \times 1 \times \frac{293}{273}$$

$$= \frac{293}{273} m V_{g0} \quad \left(V_{g0} = \frac{V_0}{m} \right)$$

$$= \frac{293}{273} \times 0.9 \times 0.7734$$

$$= 0.7571 m^3 //$$

(ii) $$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n$$

$$\left(\frac{V_2}{V_1} \right)^n = \frac{P_1}{P_2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{1/n}$$

$$V_2 = V_1 \times \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{n}}$$

$$= 0.7571 \left(\cancel{10} \frac{1}{10} \right)^{\frac{1}{1.2}}$$

$$= 0.1111 m^3$$

(iii) $$T_2 = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \times T_1$$

$$= T_1 \left[\frac{P_2}{P_1} \right]^{\frac{n-1}{n}}$$

$$= 293 \left[\frac{10}{1} \right]^{\frac{1.2-1}{1.2}}$$

$$= 436 K$$

$$t_2 = T_2 - 273$$

$$= 436 - 273$$

$$= 163^\circ C //$$

5 [illegible] (single stage) [illegible] 0.424 m3 [illegible] 1 bar [illegible]။ [illegible] 1230 cm^3, [illegible] 8 bar [illegible]။ [illegible] metre [illegible] (i) [illegible] (ii) [illegible]။

Data

$m = 0.424 m^3 = 42.4$ litres

$P_1 = 1 bar$

$V_2 = V_3 = 1230 cm^3$ (cc)

$P_3 = P_2 = 8$ bar

Reqd:

(i) $V_2 - V_c = ?$ (litre/stroke)

(ii) $V_2' - V_c = ?$ (litre/stroke)

working

$$P_1 v_1 = P_2 V_2$$

$$V_2 = \frac{P_1 v_1}{P_2}$$

$$= \frac{1 \times 42.4}{8}$$

$= 5.3$ litre

$V_2 - V_c = 5.3 - 1.23$

$= 4.07$ litre//

(ii) [illegible]

$$P_1 v_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma}$$

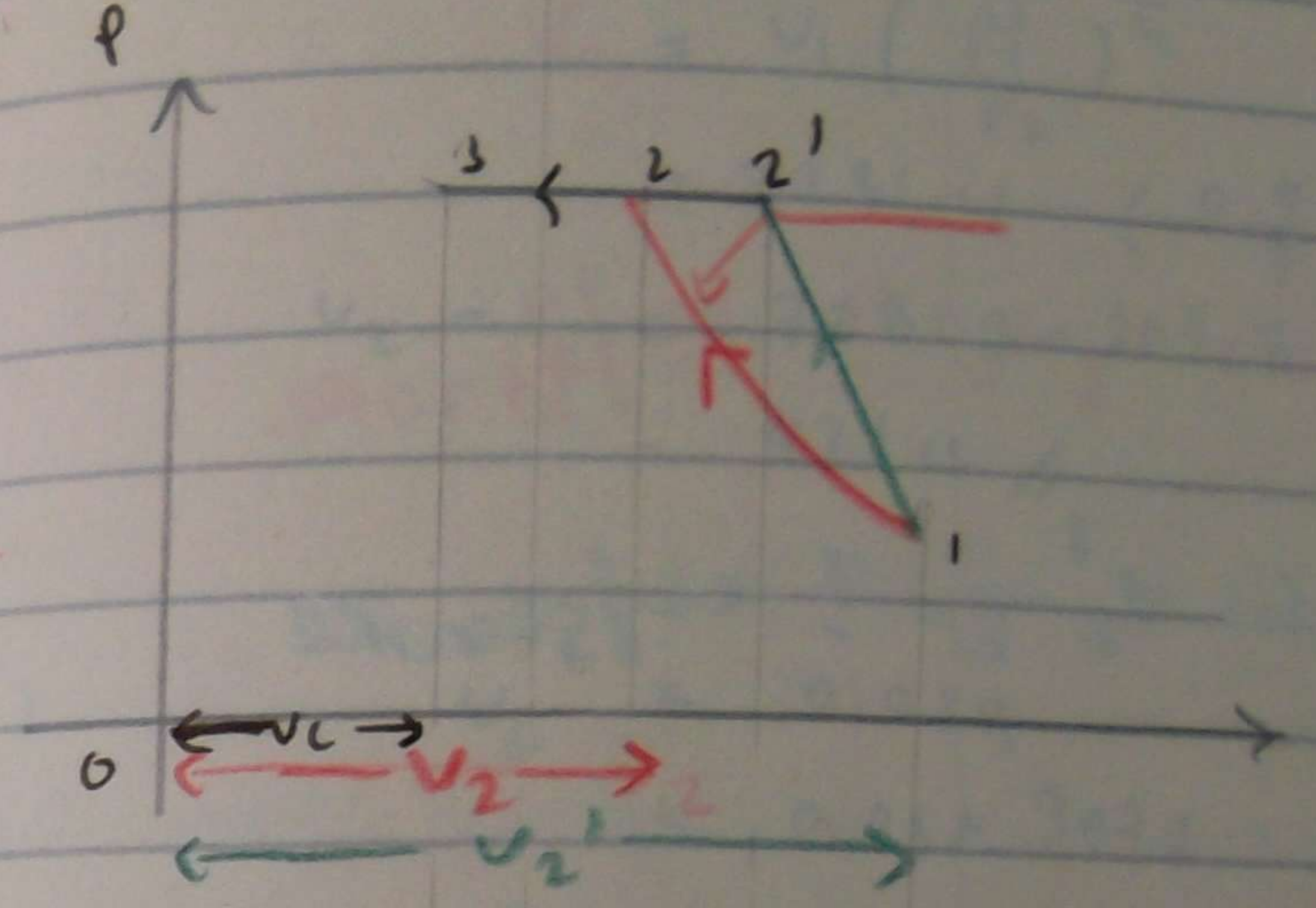
$$V_2' = v_1 \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$= 42.3 \left(\frac{1}{8}\right)^{\frac{1}{1.4}}$$

$= 8.601$ ~~bar~~ litre

$V_2' - V_c = 9.601 - 1.23$

$= 8.371$ litres



၆ လေဖိသိပ်စက်တစ်ခု၏ ဆလင်ဒါ၏ အချင်းသည် 140mm ရှိ၍ Piston
၏ အလျားသည် 200mm ရှိ၏။ လေကို 0.98bar မှ [illegible]
7bar သို့ ဖိသိပ်ပေး၏။ [illegible] သည် $pV^{1.28} = c$ ဖြစ်၏
[illegible] cm³ ဖြစ်ပါက [illegible]
[illegible] (i) [illegible] (ii) [illegible]
ရှာပါ။

Data

D = 140mm

L_s = 200mm

P_1 = 0.98 bar

P_2 = 7 bar

(i) $V_c = 0.1 V_s$

(ii) $V_c = 0.05 V_s$

Reqd:

(i) $V_2 - V_c = ?$ cc/stroke

(ii) $V_2' - V_c' = ?$ cc/stroke

working

$V_s = \frac{\pi}{4} D^2 L_s$

$= \frac{\pi}{4} \times 14^2 \times 20$

$= 3078$ cc

$V_c = 0.1 V_s$

$= 0.1 \times 3078$

$= 307.8$ cc

$V_1 = V_c + V_s$

$= 307.8 + 3078$

$= 3385.9$ cc

$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n$

$V_2 = V_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{n}}$

$= 3385.4 \left(\frac{0.98}{7} \right)^{\frac{1}{1.28}}$

$V_2 - V_c = 728.8 - 507.8$

$= 421$ cc //

(ii) $V_c' = 0.05 V_s$

$= 0.05 \times 3078$

$= 153.4$ cc

$V_1' = V_c' + V_s$

$= 153.9 + 3078$

$= 3231.9$ cc

$V_2' = V_1' \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{m}}$

$= 3231.9 \left(\frac{0.98}{7} \right)^{\frac{1}{1.28}}$

$= 695.6$ cc

$V_2' - V_c' = 695.6 - 153.9$

$= 541.7$ cc #

7. လေဖိစက်တခု၏ piston ၏ ခရီးအလျားသည် 380mm ရှိပြီး ကြားလွတ်ထု
ထည်သည် ခရီးထုထည်၏ 7% ဖြစ်၏။ [illegible]
ဖိအား 0.99 bar ဖြစ်၏။ piston သည် [illegible] ခရီး၏ 260mm
[illegible] ဖိအား [illegible] 4 bar
ဖြစ်၏။ [illegible] $pv^n = c$ [illegible] n ၏ တန်ဖိုးကို ရှာပါ။

Data

$L_s = 380mm$

$V_c = 0.07 vs$

$P_1 = 0.99 bar$

$L_1 - L_2 = 260mm$

$P_2 = P_3 = 4 bar$

$Pv^n = c$

Reqd:

$n = ?$

working

$V_c = 0.07 vs$

$L_c = 0.07 L_s$

$= 0.07 \times 380$

$= 26.6mm$

$L_1 = L_c + L_s$

$= 26.6 + 380$

$= 406.6mm$

$L_2 = L_1 - 260$

$= 406.6 - 260$

$= 146.6mm$

$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n$

$\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^n = \frac{P_2}{P_1}$

$\left(\frac{L_2}{L_1}\right)^n = \frac{P_2}{P_1}$

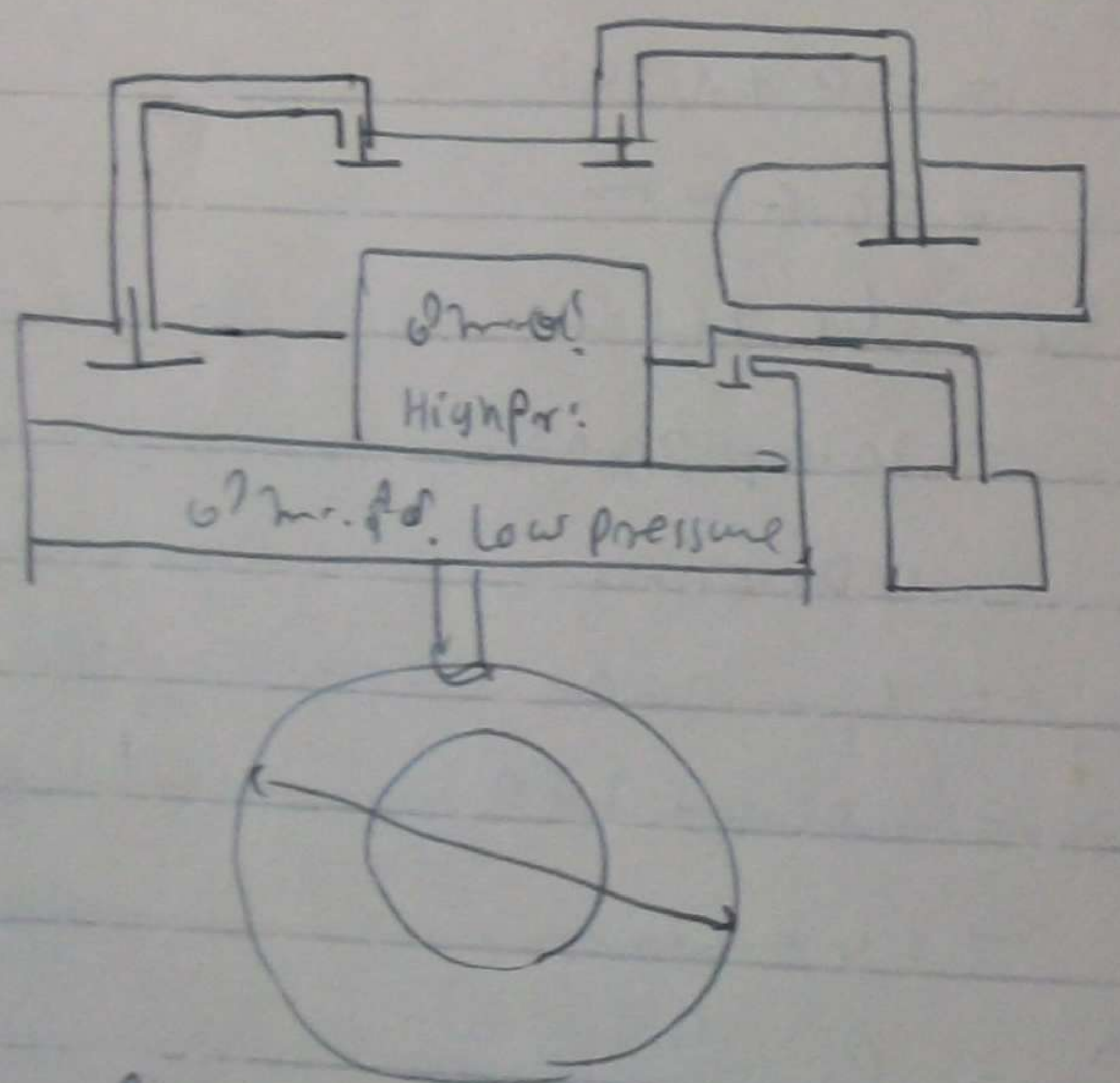
$\left(\frac{406.6}{146.6}\right)^n = \frac{4.09}{0.99}$

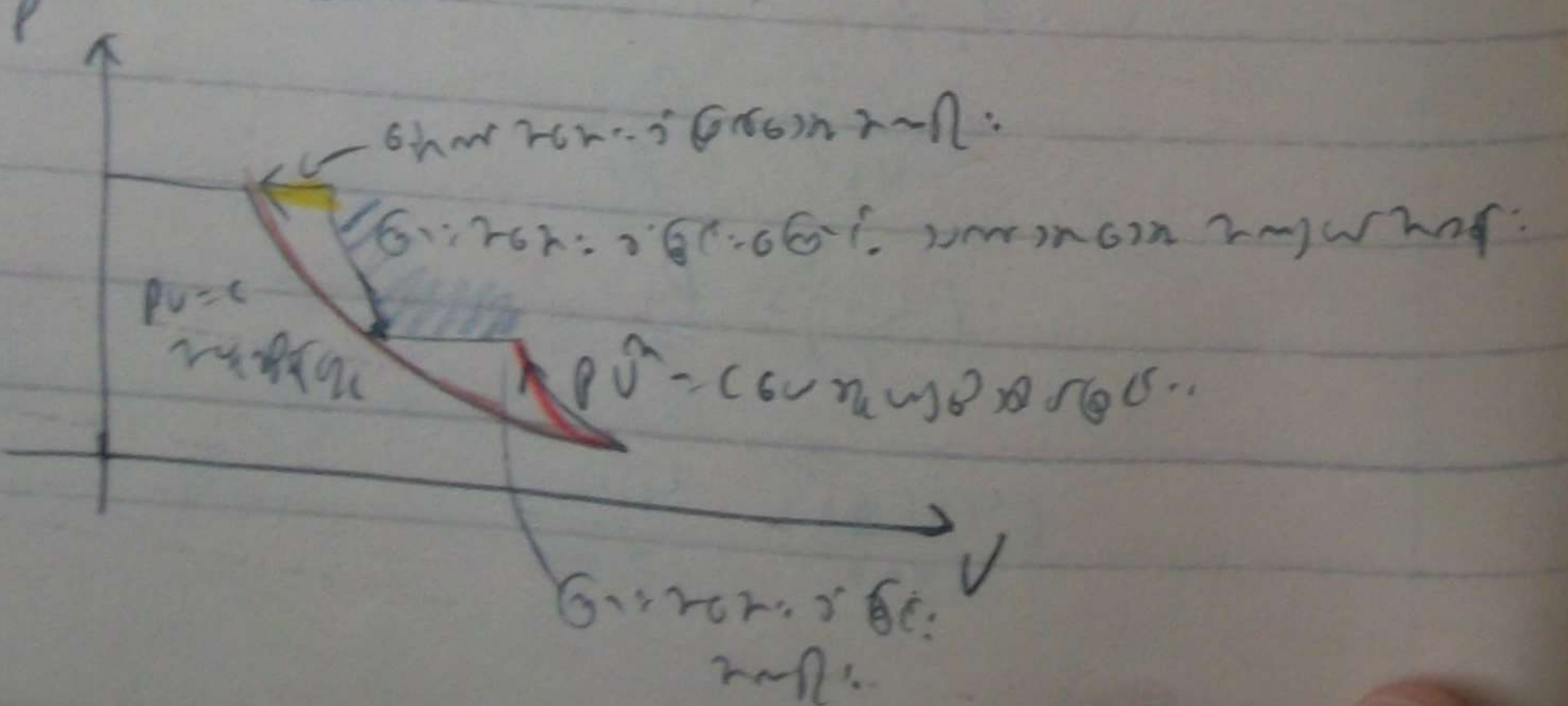
$$2.78^n = 4.09$$

$$n = \frac{\log 4.09}{\log 2.78}$$

$$n = 1.37$$

[illegible]





[illegible]

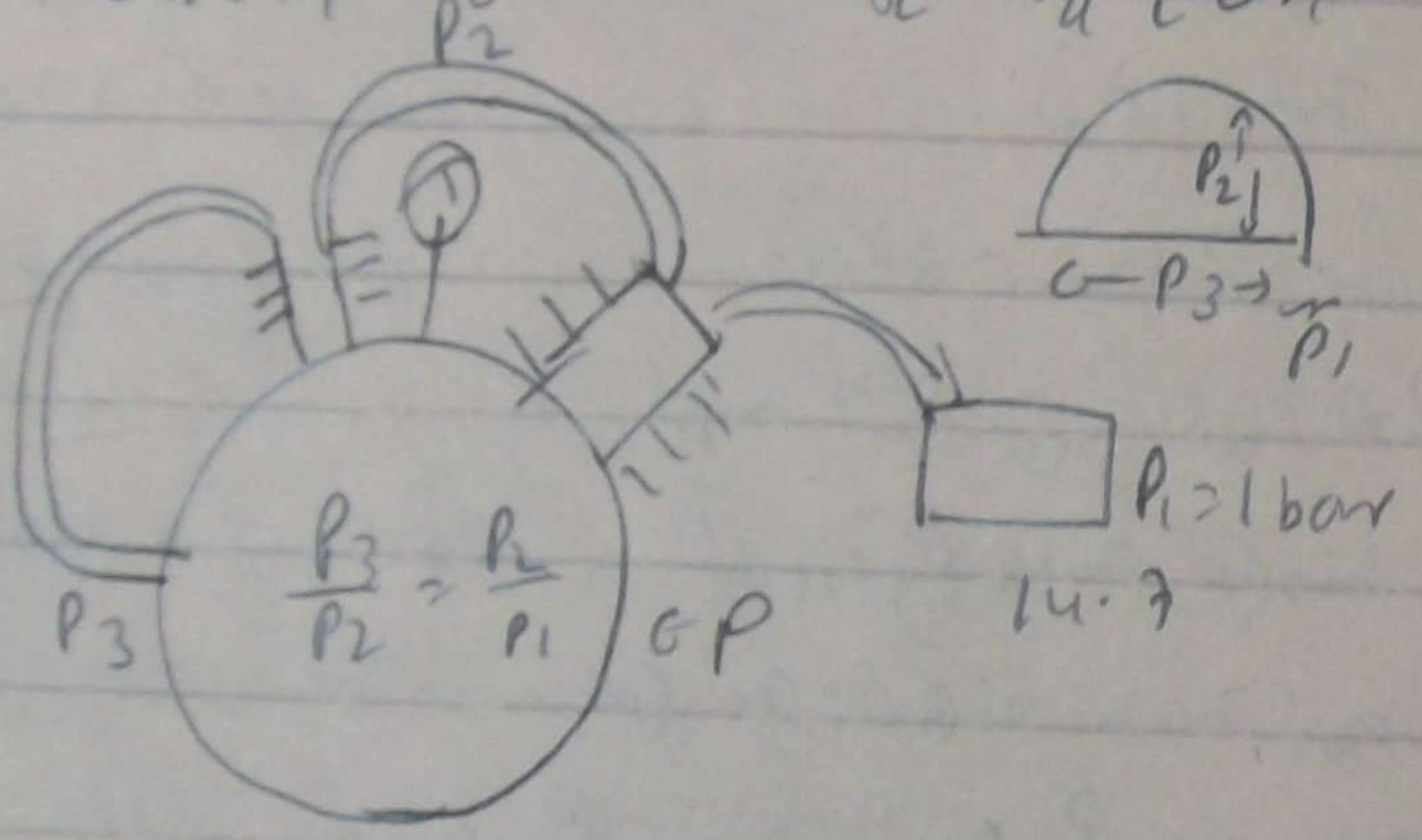
[illegible]

[illegible]

$$V_s = \frac{\pi}{4}\left(D_c^2 - D_m^2\right)$$

[illegible]

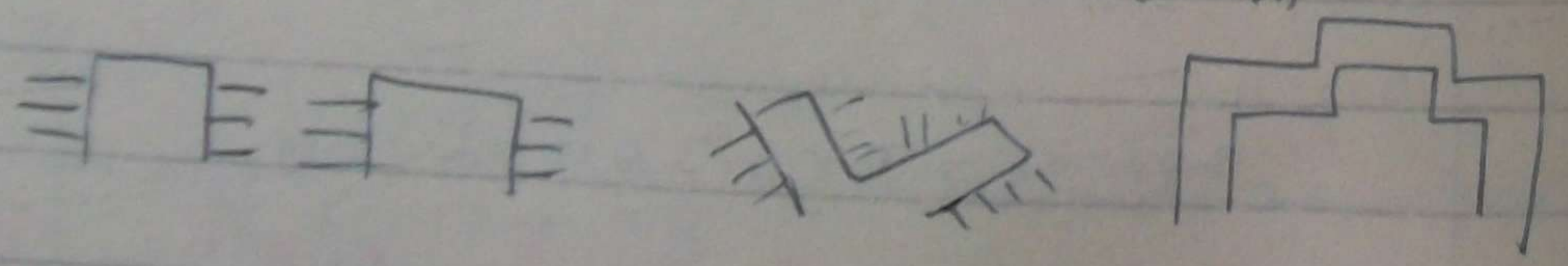
[illegible] V Type [illegible]



[illegible]

[illegible] V Type [illegible]

Parallel or V Type or Tandem



ထုထည်ဆိုင်ရာစွမ်းရည် (volumetric efficiency)

[illegible] ring [illegible]

ထုထည်ဆိုင်ရာစွမ်းရည် = [illegible] / [illegible]

volumetric efficiency = $\dfrac{\text{actual volume of air scavanged in/sucgl. during suction stroke}}{\text{stroke volume}}$

$$\eta_{vol} = \frac{V_{su}}{V_s}$$

⑧ [illegible] rev/min [illegible] 75 mm [illegible] 350 mm [illegible] 300 mm [illegible] 22 m³ [illegible] 19 bar gauge မှ 30 bar gauge [illegible] 0.92 [illegible] 1.01 bar [illegible]

$$P_1 v_1 = P_2 v_2$$

$$\underset{+1.01}{(19)} \times v_1 = (30+1.01) \times 22$$

$$\therefore v_1 = \frac{31.01 \times 22}{20.01}$$

$$v_1 - v_2 = \frac{31.02 \times 20}{20.01} - 22 \quad m^3$$

$$V = \eta_{vol} \times \frac{\pi}{4}(D_c^2 - D_n^2) \times L \times n$$

$$= 0.92 \times \frac{\pi}{4}(0.35^2 - 0.075^2) \times 0.3 \times \frac{170}{60}$$

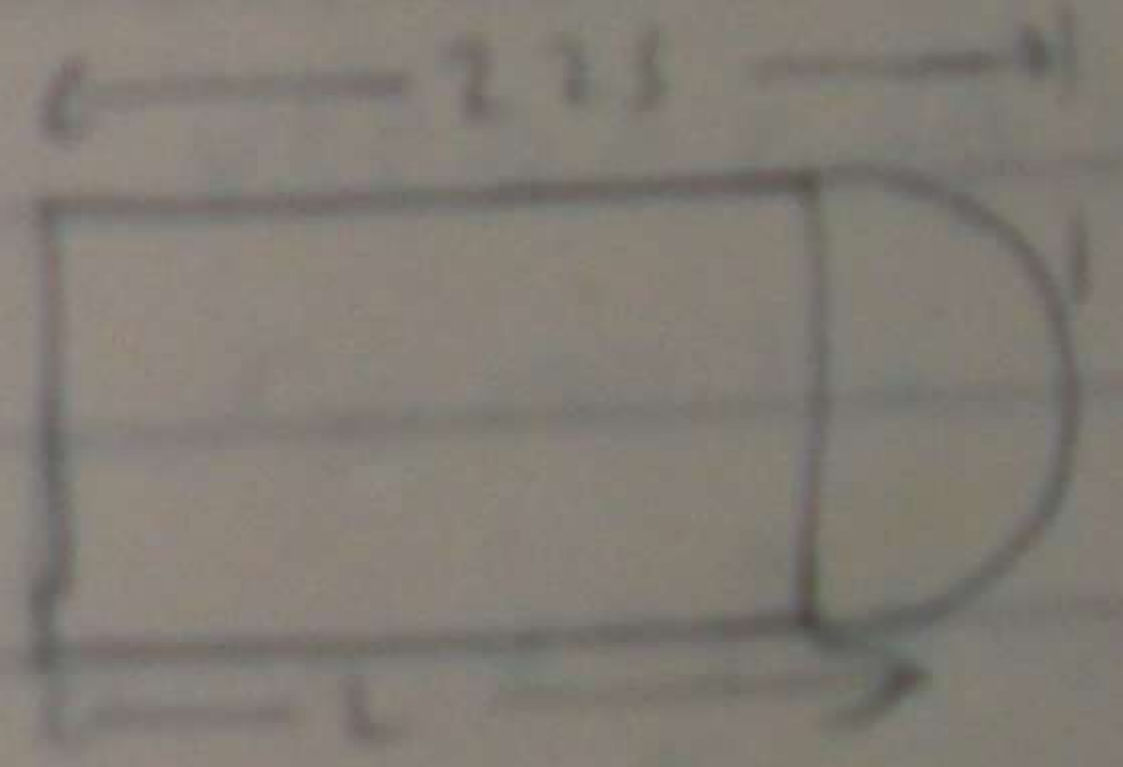
Time =

$$\text{Time} = \frac{V_1 - V_2}{V}$$

$$= \frac{\frac{31.02 \times 22}{20.01} - 22}{0.92 \times \frac{\pi}{4}(0.35^2 - 0.015^2) \times 0.32 \times \frac{170}{60}}$$

$$= \quad [illegible]\ s$$

④ [illegible] 80mm [illegible] 270mm [illegible] 250mm [illegible] 110 rpm [illegible] 1 bar [illegible] (40 bar [illegible]) [illegible] 450mm [illegible] 2.25 [illegible]



Data

$D_h = 80mm$

$D_L = 270mm$

$L_s = 250mm$

$n = 110\,rpm$

$P_1 = 1\,bar$

$\eta = 0.9$

$P_2 = 40 + 1 = 41\,bar$

$d = 450mm = 0.45m$

$L = 2.25m$

Reqd:

time = ?

Working

[illegible] $= \frac{\pi}{4} D^2 L + \frac{\pi}{6} D^3$

ထုထည်

$= \pi/_2 D^2 \left(\frac{L}{2} + \frac{D}{3} \right)$

[illegible] $= \pi/_2 \times 0.45^2 \left(\frac{1.8}{2} + \frac{0.45}{3} \right)$

$= 0.334 m^3$

[illegible] $V_2 = 3 \times 0.334$

$= 1.002 m^3$

$P_1 V_1 = P_2 V_2$

$V_1 = \frac{P_2 V_2}{P_1}$

$= \frac{41 \times 1.002}{1}$

$= 41.082 m^3$

[illegible] $= V_1 - V_2$

[illegible]

$= 41.082 - 1.002$

$= 40.08 m^3$

[illegible]

[illegible] $= \eta_{vol} \frac{\pi}{4} (D_c^2 - D_r^2) L_{str} n$

ထုထည်

$= 0.9 \times \frac{\pi}{4} \left[0.23^2 - 0.08^2 \right] 0.33$ [illegible]

$= 1.293 m^3$

[illegible] $= \frac{40.08}{1.293}$

$= 31 min$ //

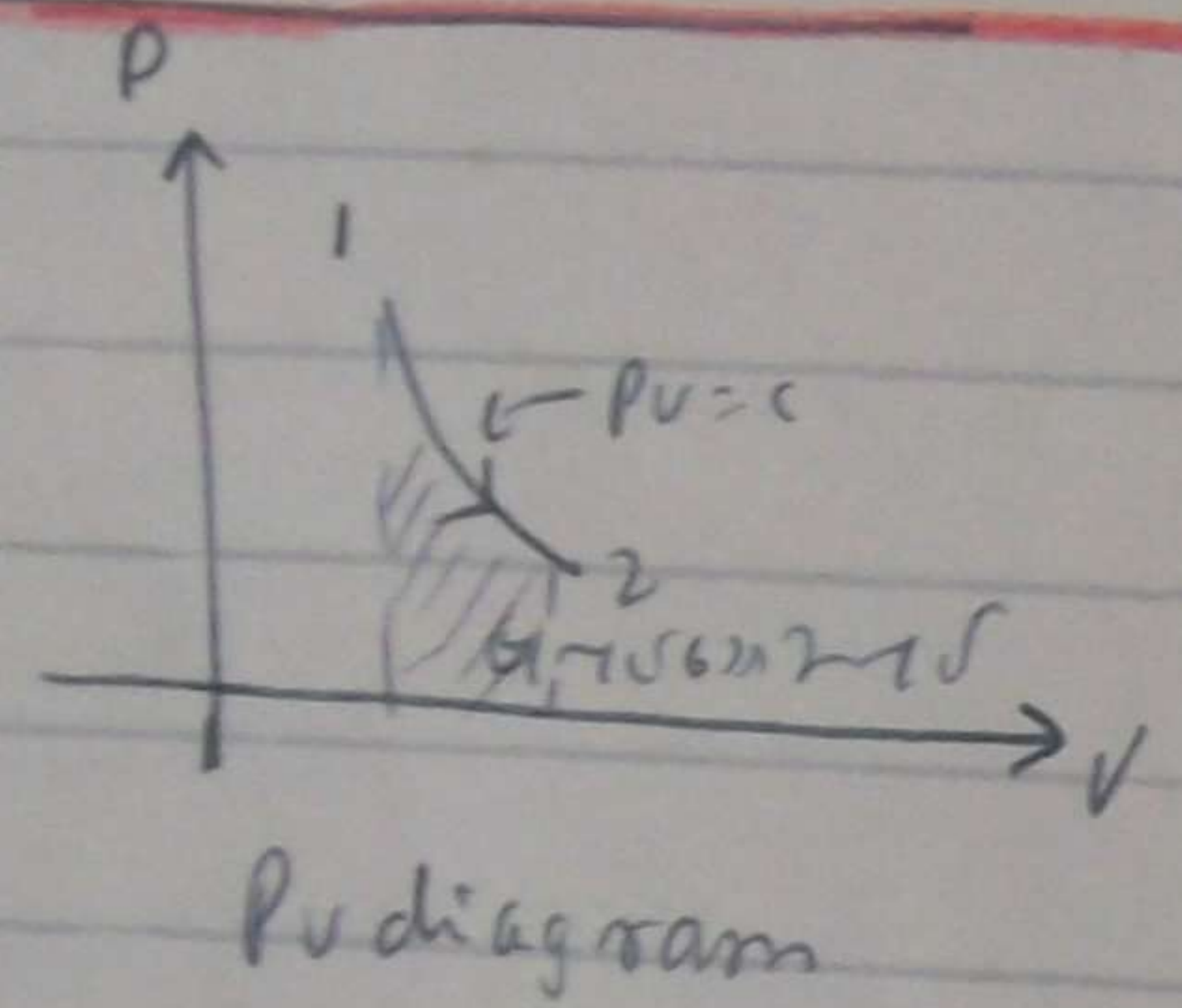
အခန်း (၁၁)

ENTROPY

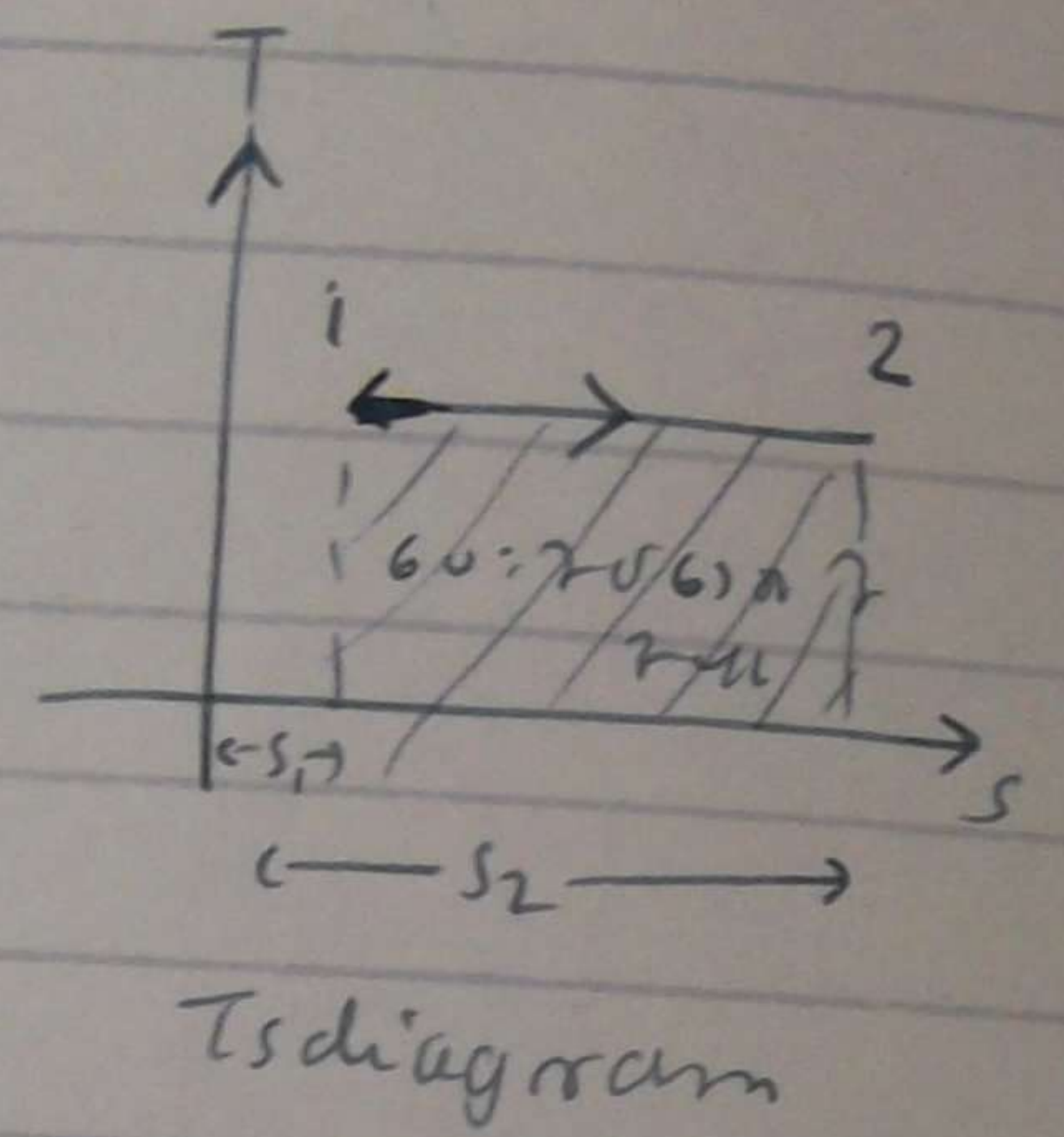
ဓါတ်ငွေ့များအတွက် အင်ထရိုပီ Entropy for gases

[illegible] ဖြစ်ပေါ်ပြောင်းလဲမှုများအတွက် အပူချိန်ညီ [illegible] ဖော်ပြချက်:

(က) အပူချိန်ညီ Isothermal



Pv diagram



Ts diagram

အပူချိန်ညီဖြစ်စဉ်ကာလအတွင်းပေး
သောအပူ (Q) $= T(S_2 - S_1)$

အပူချိန်ညီဖြစ်စဉ်ကာလအတွင်းပြုလုပ် W
သောအလုပ် $= mRT \ln \frac{V2}{V1}$

$= RT \ln \frac{V2}{V1}$

(ဓါတ်ငွေ့ 1kg အတွက်)

ထို့ကြောင့် - အပူချိန်ညီဖြစ်စဉ်ကာလအတွင်း
ပေးသောအပူ Q = ပြုလုပ်သောအလုပ် W

$T(S_2 - S_1) = RT \ln \frac{V2}{V1}$

$$\boxed{S_2 - S_1 = R \ln \frac{V2}{V1}}$$

ဓါတ်ငွေ့ 1kg ကို အပူချိန်ညီဖြစ်စဉ် [illegible] ၅ ဆ [illegible]
ဖြစ်ပေါ်လာသော Entropy အပြောင်းအလဲကို ရှာပါ။ ($R = 0.3$ kJ/kgK)

Data

$\gamma = \frac{V2}{V1} = 5$

$R = 0.3$ kJ/kgK

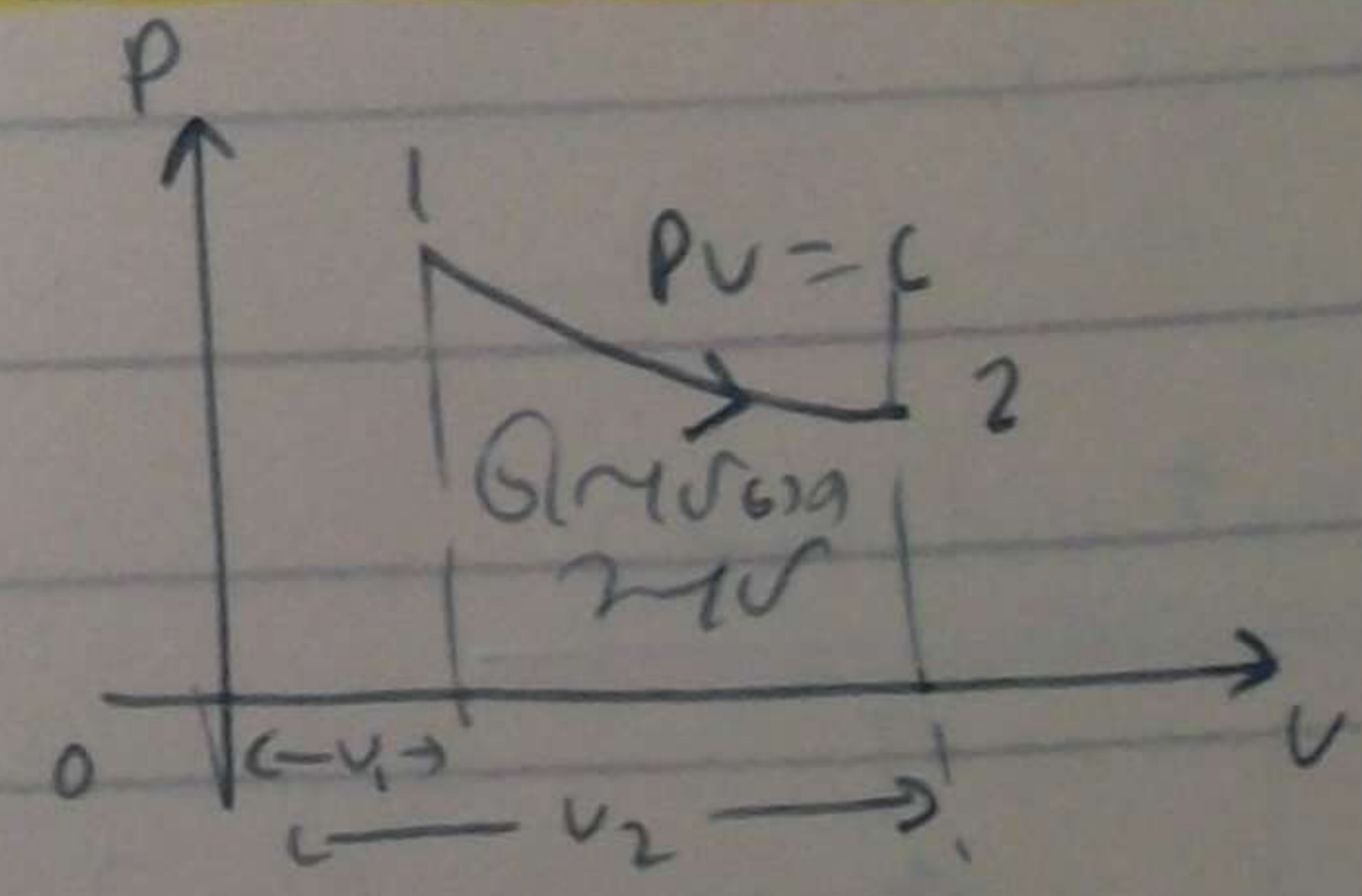
Reqd: $S_2 - S_1 = ?$

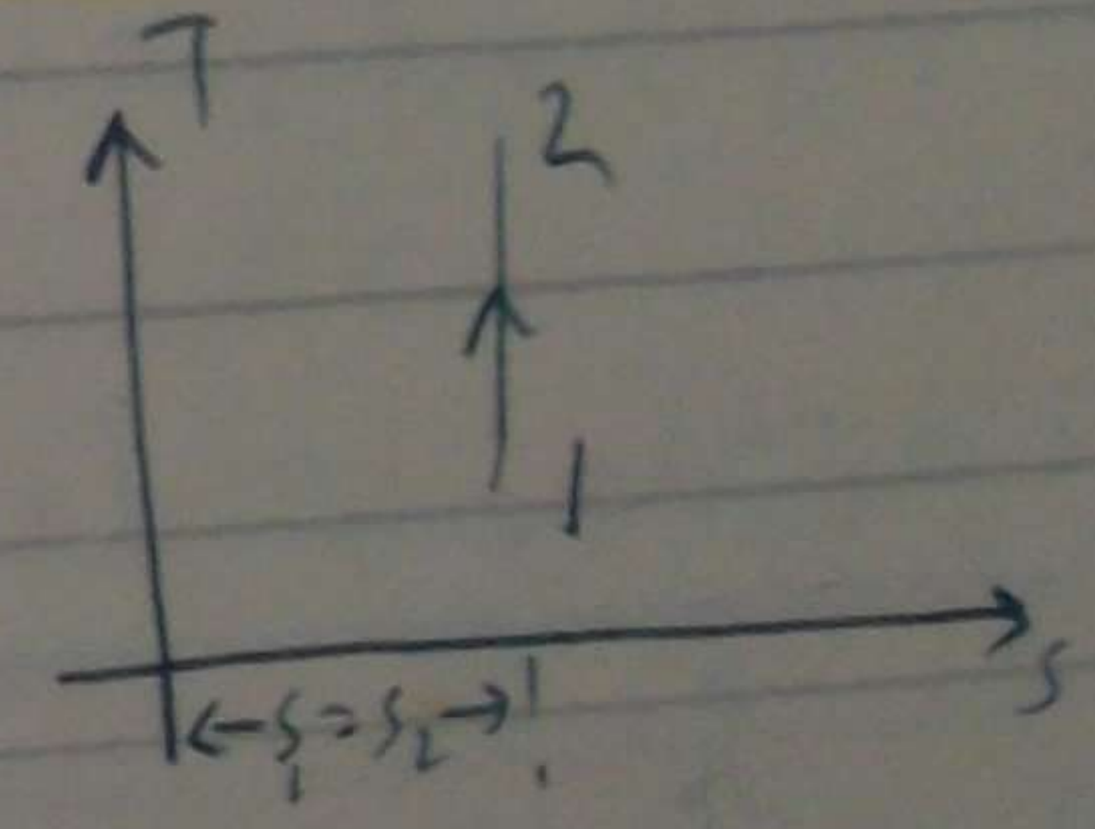
working $S_2 - S_1 = R \ln \frac{V2}{V1}$

$= 0.3 \ln 5$

$=$ kJ/kg

(ခ) ပင်ကိုယ်အပူ (Adiabatic)

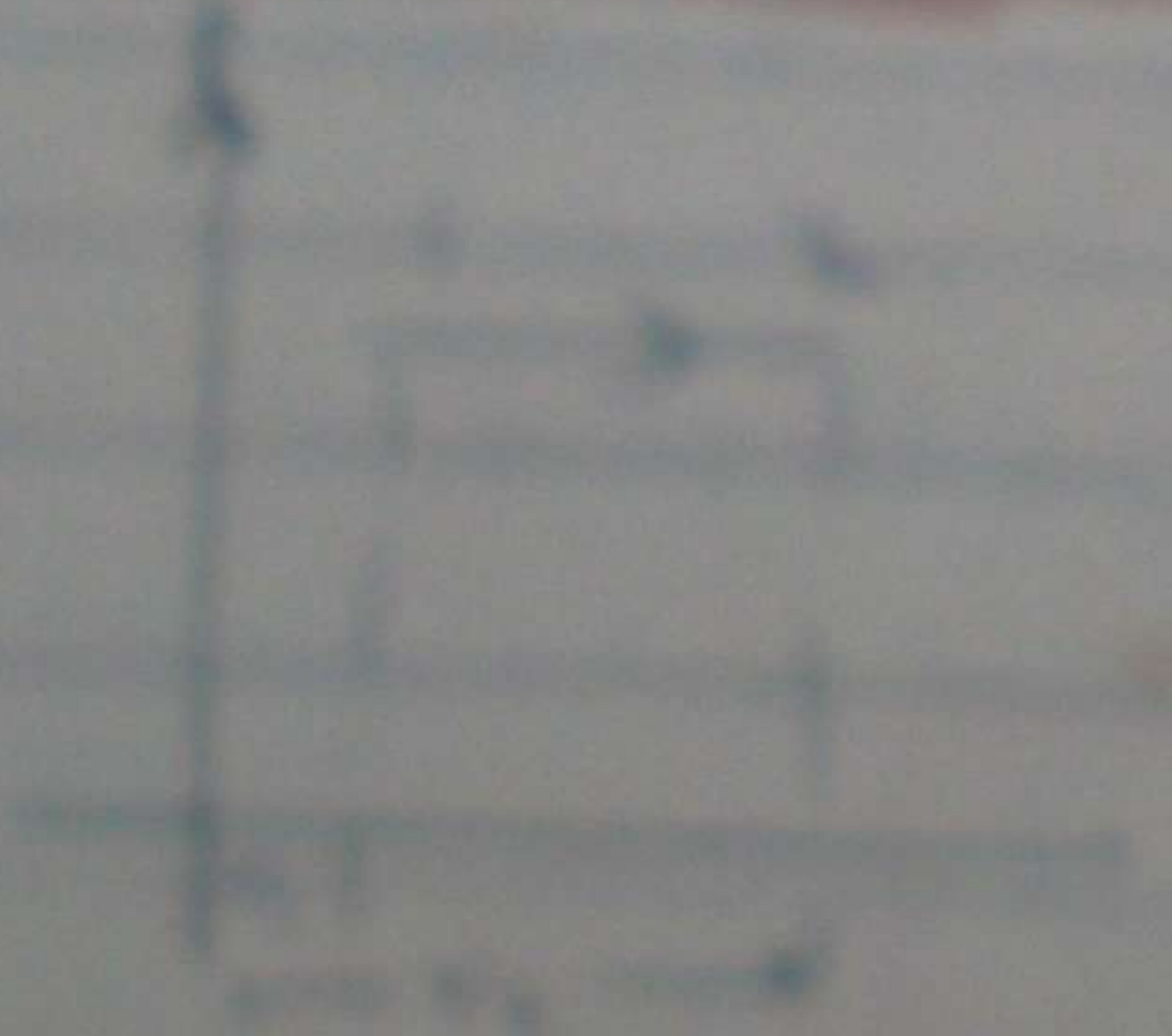


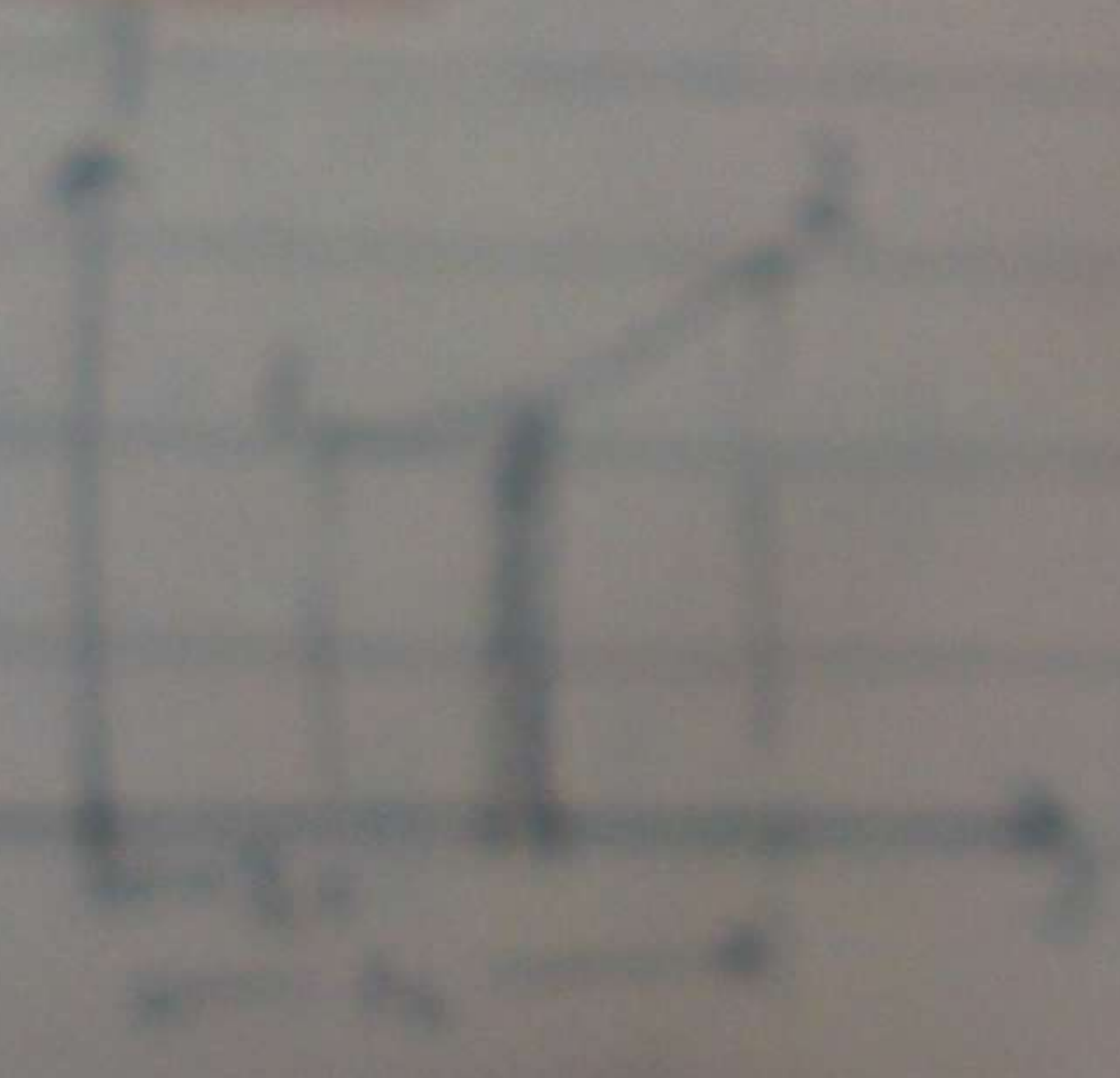


ကျွန်ုပ်တို့သည် Entropy ကို အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ဆိုခဲ့သည်

Entropy အပြောင်းအလဲ $= \frac{\text{ပေးသောအပူ}}{\text{အပူချိန်}}$ အဖြစ် ဖြစ်သည်။

[illegible]





[illegible]

ဓါတ်ငွေ့တခုကို အပူချိန် 300°C မှ 400°C သို့ ထုထည်ပုံသေထား၍
[illegible] အင်ထရိုပီပြောင်းလဲမှုကို ရှာပါ။ ($c_v = 0.7\,kJ/kgk$)

Data

$T_1 = 300 + 273 = 573\,k$

$T_2 = 400 + 273 = 673\,k$

$c_v = 0.7\,kJ/kgk$

Reqd:

$s_2 - s_1 = ?\ kJ/kg$

working

$s_2 - s_1 = c_v \ln \frac{T_2}{T_1}$

$s_2 - s_1 = (\quad)\ kJ/kg$

$s_2 - s_1 = c_v \ln \frac{T_2}{T_1}$

ထုထည်ပုံသေသောကြောင့် $\frac{P_1 v_1}{T_1} = \frac{P_2 v_2}{T_2}$

$\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2}{P_1}$

$\therefore s_2 - s_1 = c_v \ln \frac{P_2}{P_1}$

[illegible] ဓါတ်ငွေ့ 1 kg ကို ဖိအား 0.8 bar သို့
[illegible] ထုထည်ပုံသေထား၍ [illegible] အင်ထရိုပီပြောင်းလဲမှုကို
ရှာပါ။

Data = $P_1 = 1\,bar$

$P_2 = 0.8\,bar$

$V_2 = V_1$

Reqd.

$S_2 = S_1$

$S_2 - S_1 = ?$

working

$S_2 - S_1 = c_v \ln \frac{P_2}{P_1}$

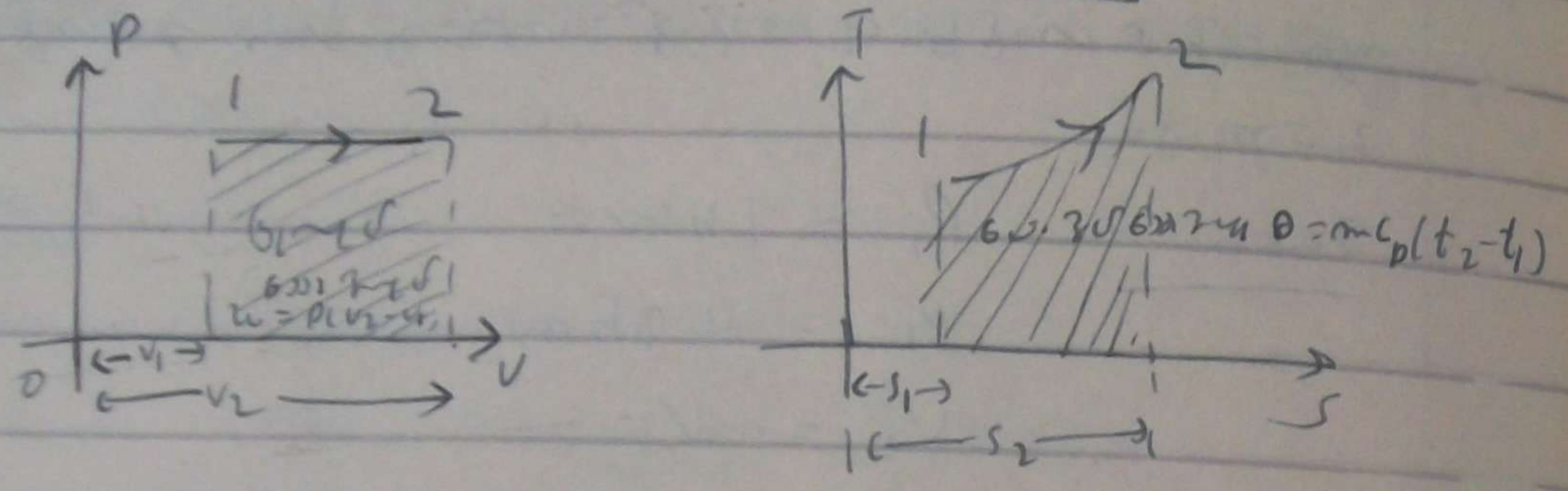
$= 0.718 \ln \frac{0.8}{1}$

$= 0.718\,(-\ln 1.25)$

$= 0.718\,(-0.223)$

$= -0.1602\ kJ/kg$

(4) [illegible] (constant pressure)



[illegible]

$$\delta S = \frac{\delta Q}{T}$$

$$\delta Q = T\delta S$$

$$\delta Q_1 = cp\,\delta T$$

$$cp\,\delta_1 T = T\,\delta s$$

$$\delta s = cp\,\frac{\delta T}{T}$$

$$\int_{S_1}^{S_2} \delta s = \int_{T_1}^{T_2} cp\,\frac{\delta T}{T}$$

$$\left[s\right]_{s_1}^{S_2} = cp\int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T}$$

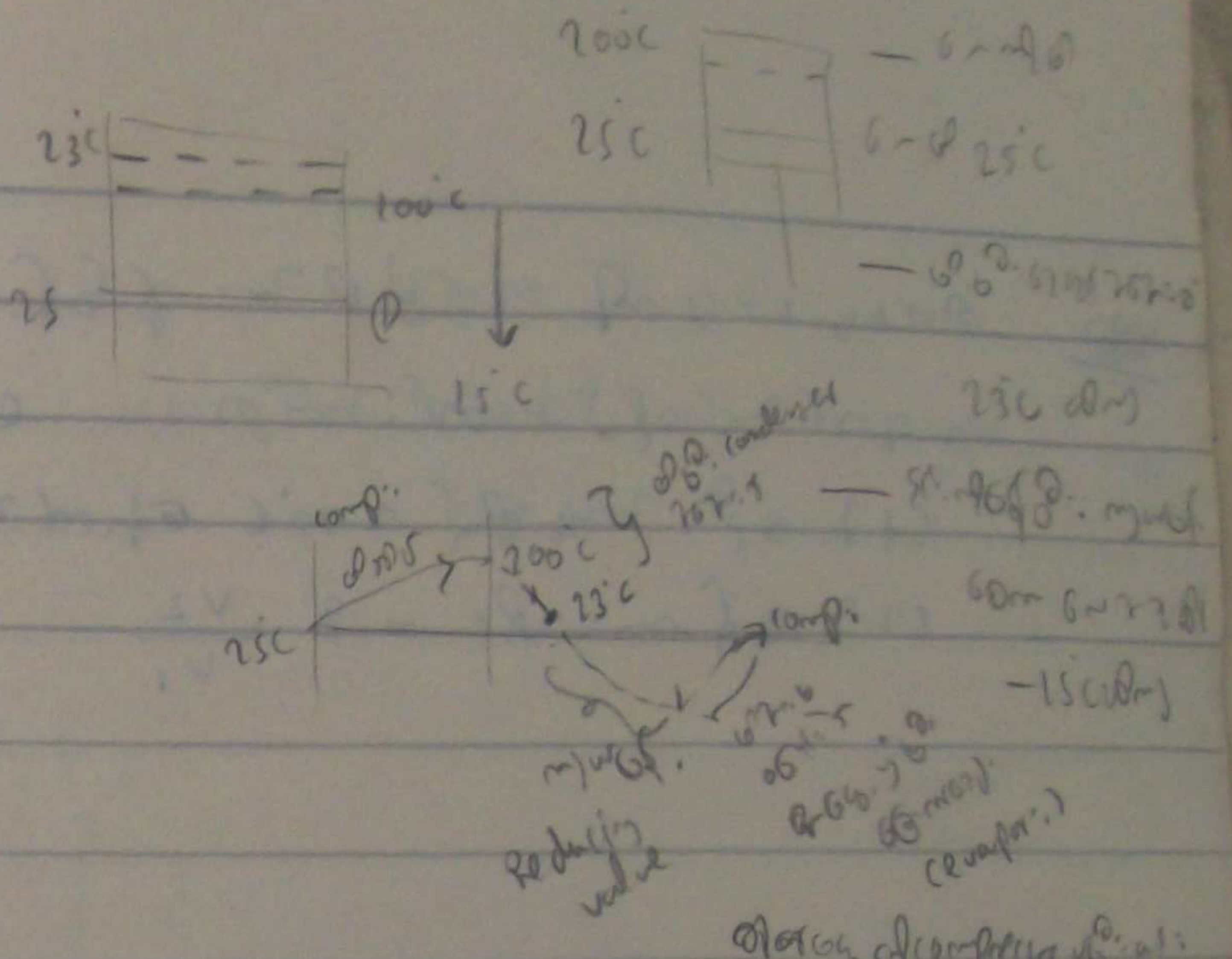
$$= cp\,\left[\ln T\right]_{T_2}^{T_2}$$

$$= cp\,\left[\ln T_2 - \ln T_1\right]$$

$$S_2 - S_1 = cp\,\ln\frac{T_2}{T_1}$$

[illegible] $= \frac{P_1v_1}{T_1} = \frac{P_2v_2}{T_2}$ [illegible] $\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} \Longrightarrow \boxed{S_2 - S_1 = cp\ln\frac{V_2}{v_1}}$

I



Closed system

II