



Försättsblad Prov Original

Kurskod	Provkod	Tentamensdatum
E R 0 3 8 G	T 1 0 3	2 0 1 8 - 0 4 - 0 3
Kursnamn	Energiteknik GR (A), Introduktion till energisystem	
Provnamn	Skriftlig tentamen	
Ort	Sundsvall	
Termin	V18	
Ämne	Energiteknik	

Tentamen 2018-04-03 kl. 08.00-13.00, ER038G Introduktion till energisystem 7,5 hp

Tillåtna hjälpmedel: bifogat häfte "Formelsamling i ER038G" och miniräknare.

Poängberäkning görs separat för problem och teorifrågor. För att behålla någon form av sammanhang i provet kan teori- och problemuppgifterna vara i blandad ordning. Deluppgifter som bidrar till teorieresultatet är markerade med T, medan problemuppgifter är märkta med P. Problemuppgifternas beräkningar ska redovisas och vara möjliga att följa. Maximal poäng är 67 och godkänt resultat är 34 poäng. Dock måste minst 16 poäng uppnås på teoridelen och 18 poäng uppnås på problemdelen. Betygsättning görs enligt tabell nedan.

Vid komplettering av tidigare tentamen (enligt överenskommelse med Kristina G), varav enbart teoriuppgifter alternativt problemuppgifter ska genomföras, begränsas skrivtiden till kl. 10:30.

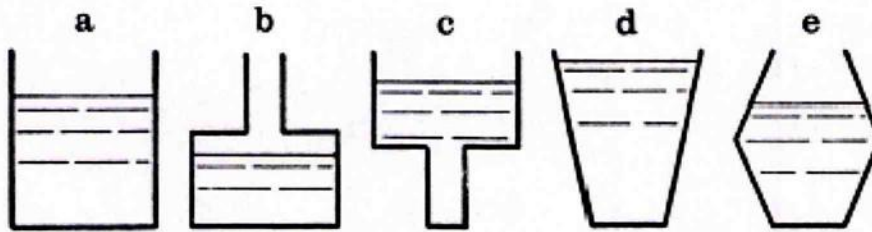
Vid frågor kontakta Kristina Göransson på 010-142 89 81

Betyg	Poäng minst
A	60
B	54
C	47
D	40
E	34
F	0 – 33,5

Lycka till!

1. T (2 P)

Se nedanstående figur som visar fem behållare fyllda med vatten, och formen skiljer dessa åt.



- I vilken behållare (a-e) är trycket vid botten störst? (1p)
- I vilken behållare (a-e) är trycket lägst? (1p)

2. T (4 P)

Vattendjupet i en simbassäng med formen enligt ovanstående figur a. är 4,5 m och lufttrycket är vid tillfället 10,6 mvp.

- Hur stort är absoluta trycket vid bassängens botten? (1p)
- Hur stort är övertrycket vid bassängens botten? (1p)
- Hur stort är absoluta trycket 2,5 m ovan bassängens botten? (1p)
- Hur stort är övertrycket vid vattenytan? (1p)

Använd valfri enhet när du anger trycket i ditt svar.

3. T (5 P)

Värmeanläggningar avsedda för byggnadsuppvärmning använder vanligtvis vatten som värmebärande medium (vattenvärmesystem). Vattentransporten från värmepannan till radiatorerna eller andra värmeförbrukare och tillbaka till pannan sker i sk. fram- och returledningar.

- Vilka två typer av vattenvärmesystem finns det, och hur är de uppbyggda? (2p)
- Rita skiss och förklara skillnaden vid dimensionering av dessa två olika system. (2p)
- Vilket system är vanligast? (1p)

4. T (7 P)

- a) Definiera eller förklara kortfattat:
- a. Termisk verkningsgrad (1p)
 - b. Totalverkningsgrad (1p)
 - c. Köldfaktor (1p)
 - d. Värmefaktor (1p)
 - e. Pannverkningsgrad (1p)
- b) Vilka är de olika förluster man har i pannor? (1p)
- c) Vad menas med exergi i ett system? (1p)

5. T (6 P)

- a) En ånganläggning för kraftproduktion innehåller i huvudsak komponenterna panna, turbin, kondensator och pump. Hur påverkar kylvattnets temperatur hur mycket kraft (el) som anläggningen kan leverera? (1p) Förklara anledningen till detta. (1p)
- b) Rita en principskiss för en värmepump och dess huvudsakliga komponenter och ange i vilken form kylmediet befinner sig efter respektive delprocess (vätska, vätske-ångblandning, ånga, eller överhettad ånga) (4p)

6. T (7 P)

En arbetsgivande (cyklisk) kretsprocess med en perfekt gas består av följande delprocesser:

1 → 2 isobar värmeavgivning

2 → 3 adiabatisk tryckhöjning i kompressor

3 → 4 isokor tryckhöjning

4 → 5 isobar värmeförsel

5 → 1 isoterm expansion

Alla delprocesser utom 2 → 3 kan betraktas som internt reversibla.

- a) Rita upp processen i ett P-v (tryck och volym)-diagram, samt ett T-s (temperatur och entropi)-diagram. (4p)
- b) Markera värmeutbyten samt ange med hjälp av dessa ett uttryck på processens termiska verkningsgrad. (3p)

7. P (5 P)

Massammansättningen av en gasblandning är följande:

Kolmonoxid, CO = 30 %

Kväve, N₂ = 20 %

Metan, CH₄ = 15 % (molmassa 16 g/mol)

Vätgas, H₂ = 25 %

Syre, O₂ = 10 %

(Massprocent)

Hur ser gasblandningens sammansättning ut som volymprocent?

8. P (5 P)

I ett bibränsleeldat kraftvärmeverk (som levererar både el och värme) är elverkningsgraden

$\eta_{el} = 33\%$ och totalverkningsgraden $\eta_{tot} = 88\%$. Full värmeeffekt är 120 MW. Bränslets värmevärde är 0,8 MWh/m³.

- a) Vad blir eleffekten från generatoren? (3 p)
- b) Vad blir bränsleflödet i m³ per timme vid full effekt på kraftvärmeverket? (2 p)

9. P (5 P)

Ett luftflöde av $7 \text{ m}_n^3/\text{s}$ tillförs brännaren i en ångpanna. Luften förvärms i en värmeväxlare så att temperaturen stiger från 40°C till 200°C .

(m_n^3 betyder normalkubikmeter, dvs. beräknat vid 1 atm och 0°C)

- Vilket volymflöde är det efter värmeväxlaren (m^3/s)? (2p)
- Vilken effekt måste tillföras luften (ta hänsyn till att värmekapacitiveteten beror av temperaturen)? (3p)

Värmeegenskaper för torr luft vid trycket 1 bar. ¹⁾

ϑ $^\circ\text{C}$	ρ kg/m^3	c_p $\text{kJ}/\text{kg K}$	λ $10^{-3} \text{ W}/\text{m K}$	η $10^{-6} \text{ kg}/\text{m s}$	ν $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	Pr -	h kJ/kg	s $\text{kJ}/\text{kg K}$
-180	3,8515	1,071	9,00	6,44	1,67	0,77	90,52	5,678
-160	3,1258	1,036	10,90	7,85	2,51	0,75	111,5	5,882
-140	2,6391	1,021	12,70	9,20	3,48	0,74	132,1	6,050
-120	2,2867	1,014	14,60	10,49	4,587	0,73	152,4	6,192
-100	2,0186	1,011	16,40	11,72	5,806	0,72	172,7	6,316
-80	1,8073	1,009	18,16	12,89	7,132	0,72	192,9	6,427
-60	1,6364	1,007	19,83	14,02	8,567	0,71	213,0	6,526
-40	1,4952	1,006	21,45	15,09	10,09	0,71	233,1	6,618
-20	1,3765	1,006	23,01	16,15	11,73	0,71	253,3	6,701
0	1,2754	1,006	24,54	17,10	13,41	0,70	273,4	6,778
20	1,1881	1,007	26,03	17,98	15,13	0,70	293,5	6,849
40	1,1120	1,008	27,49	18,81	16,92	0,69	313,7	6,915
60	1,0452	1,009	28,94	19,73	18,88	0,69	333,8	6,978
80	0,9859	1,010	30,38	20,73	21,02	0,69	354,0	7,036
100	0,9329	1,012	31,81	21,60	23,15	0,69	374,2	7,092
120	0,8854	1,014	33,23	22,43	25,33	0,68	394,5	7,145
140	0,8425	1,017	34,66	23,19	27,53	0,68	414,8	7,195
160	0,8036	1,020	36,07	24,01	29,88	0,68	435,1	7,243
180	0,7681	1,023	37,49	24,91	32,43	0,68	455,6	7,289
200	0,7356	1,026	38,91	25,70	34,94	0,68	476,0	7,334
250	0,6653	1,035	42,43	27,40	41,18	0,67	527,5	7,437
300	0,6072	1,046	45,91	29,20	48,09	0,67	579,6	7,532
350	0,5585	1,057	49,31	30,90	55,33	0,66	632,1	7,620
400	0,5170	1,069	52,57	32,55	62,95	0,66	685,3	7,702
450	0,4813	1,081	55,64	34,00	70,64	0,66	739,0	7,779
500	0,4502	1,093	58,48	35,50	78,86	0,66	793,4	7,852
600	0,3986	1,116	63,50	38,30	96,08	0,67	903,9	7,986
700	0,3577	1,137	67,80	40,87	114,3	0,69	1016	8,108
800	0,3243	1,155	71,30	43,32	133,6	0,70	1131	8,220
900	0,2967	1,171	74,30	45,65	153,9	0,72	1247	8,324
1000	0,2734	1,185	76,80	47,88	175,1	0,74	1365	8,420

(källa: Värmetekniska tabeller, sammanställda av Patrik Lervik, Åbo Akademi)

