

Klausur

Vertiefungsfach 2: Master

Eisen- und Stahlmetallurgie

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. D. Senk

15.09.2014

Nachname, Vorname:

Matrikel-Nr.:

Unterschrift:

Aufgabe	Punkte (max.)	Punkte	Unterschrift	Korrektur Datum	Gesamtpunkte (endgültig)
1	16				
2	16				
3	16				
4	16				
5	16				
Summe:		Summe nach Einsicht:			

Je richtige Teilantwort:

0,5 Punkte bis zur angegebenen maximal erreichbaren Punktzahl

Klausur Vertiefungsfach 2

Eisen- und Stahlmetallurgie

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Dieter Senk

15.09.2014

1. Aufgabe : Thermodynamik

16 Punkte

a) Leiten Sie das Sieverts'sche Quadratwurzelgesetz für die Wasserstoffreaktion her.

2,0 Punkte

b) Die Wasserstoffentgasung in einem fiktiven Stahlwerk soll als Endgehalt $H_t = 1,5$ ppm erzielen. Die Vakuumpumpen realisieren einen Behandlungsdruck von 2 mbar. Wie lange ist die Vakuumbehandlung durchzuführen? Der Startgehalt H_0 beträgt 6 ppm und der Geschwindigkeitskoeffizient für die Wasserstoffentfernung für diese Anlage ist $0,17 \text{ min}^{-1}$. Die Temperatur der Schmelze sei konstant bei $1550 \text{ }^\circ\text{C}$.

Hinweis: $\log K = -(1900/T)+0,9201$

3,0 Punkte

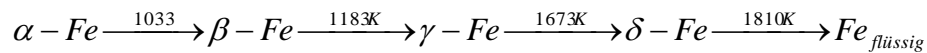
c) Welche Prozesse laufen ab mit a) metallischem Eisen, b) Wüstit und c) Magnetit bei einer Temperatur von 1000°C in der folgenden Atmosphäre: 25%CO, 20%CO₂, 55%N₂? Kennzeichnen Sie auf dem Heugabel - Diagramm den Punkt, der der obengenannten Atmosphäre entspricht.

3,0 Punkte

d) Leiten Sie das Sauerstoffpotential in allgemeiner Form, ausgehend von der chemischen Reaktion zwischen dem reinen Metall [Me] und Sauerstoff, her.

3,0 Punkte

e) Die Umwandlung des reinen Eisens kann wie folgt aussehen:



Berechnen Sie die Entropie reinen Eisens bei 1627 °C

Geg.:

$$S^0_{298, Fe} = 6,5 \text{ cal./K Mol (27,2 J/K Mol)}$$

$$C_{p, \alpha-Fe} = 3,0 + 7,58 \times 10^{-3}T + 0,6 \times 10^{-5}T^2 \text{ cal./K Mol} \\ (12,55 + 31,71 \times 10^{-3}T + 2,51 \times 10^{-5}T^2 \text{ J/K Mol})$$

$$C_{p, \beta-Fe} = 11,13 \text{ cal./K Mol (46,57 J/K Mol)}$$

$$C_{p, \gamma-Fe} = 5,80 + 2,0 \times 10^{-3}T \text{ cal./K Mol (24,27 + 8,7 \times 10^{-3}T J/K Mol)}$$

$$C_{p, \delta-Fe} = 6,74 + 1,64 \times 10^{-3}T \text{ cal./K Mol (28,20 + 6,86 \times 10^{-3}T J/K Mol)}$$

$$C_{p, Fe} = 9,77 + 0,4 \times 10^{-3}T \text{ cal./K Mol (40,88 + 1,67 \times 10^{-3}T J/K Mol)}$$

$$\alpha - Fe \rightarrow \beta - Fe ; \quad \Delta H^0_{1033} = 326 \text{ cal./Mol (2761,4 J/Mol)}$$

$$\beta - Fe \rightarrow \gamma - Fe ; \quad \Delta H^0_{1183} = 215 \text{ cal./Mol (899,6 J/Mol)}$$

$$\gamma - Fe \rightarrow \delta - Fe ; \quad \Delta H^0_{1673} = 165 \text{ cal./Mol (690,4 J/Mol)}$$

$$\delta - Fe \rightarrow Fe ; \quad \Delta H^0_{1810} = 3670 \text{ cal./Mol (15355 J/Mol)}$$

4,0 Punkte

f) Welche Bedeutung hat die Aktivität in der Metallurgie?

1,0 Punkte

2. Aufgabe: Konverter

16 Punkte

a) Warum wird Kalk im Konverter eingesetzt? Nennen Sie vier Gründe

2,0 Punkte

b) Welche metallurgische Aufgabe haben die im AOD-Konverterprozess eingesetzten Gase (mind. 3 Gase sollen betrachtet werden).

3,0 Punkte

c) Der Abbrand des Kohlenstoffes im Konverter kann in 3 Phasen, die Anfangs-, die Haupt- und die Endphase unterteilt werden. Beschreiben Sie kurz und klar, was in den drei Phasen geschieht und warum!

3,0 Punkte

d) Beim Betrieb eines Sauerstoffblaskonverters kommt es in verschiedenen Zonen des Konverters zu voreilendem Verschleiß des feuerfesten Materials. Zeichnen Sie schematisch einen Konverter und kennzeichnen Sie darin die Zonen des voreilenden Verschleißes ein. (7 Markierungen)

3,5 Punkte

e) Nennen Sie 6 der wichtigsten im Konverter hauptsächlich stattfindenden chemischen Reaktionen mit Beachtung der Zustände !

3,0 Punkte

f) Warum kann die Entphosphorung beim Konverterprozess nicht anders erfolgen (hier bitte eine ausführliche Antwort!)? **1,5 Punkte**

3. Aufgabe: Sekundärmetallurgie

16 Punkte

a) Benennen Sie die Einflüsse auf die Höhe des Sauerstoffgehaltes des Stahlbades am Ende der Stahlerzeugung. (4 Nennungen)

2,0 Punkte

b) Wie lassen sich Oxideinschlüsse nach dem Zeitpunkt ihrer Entstehung in verschiedene Gruppen einteilen? Nennen Sie die Zeitpunkte für die Entstehung jeder Gruppe.

4,0 Punkte

c) Nennen Sie 3 Verfahren zur Detektion von Einschlüssen im Stahl.

1,5 Punkte

d) Nennen Sie drei Mechanismen, wie Teilchen in der Schmelze wachsen und erläutern Sie diese kurz.

3,0 Punkte

e) Nennen Sie 4 Einschlussarten, die im Reinheitsgrad untersucht werden.

2,0 Punkte

f) Welche negativen Einflüsse können oxidische Einflüsse auf den Stahl haben?
(4 Nennungen)

2,0 Punkte

g) Nennen Sie drei Möglichkeiten zur Sauerstoffentfernung.

1,5 Punkte

4. Aufgabe: Gießen und Erstarren

16 Punkte

a) Wie lautet das „Wurzel-t- Gesetz“?

Welche Vereinfachungen wurden bei der Herleitung vorgenommen?

Welche weiteren Einflüsse wurden vernachlässigt (mind. 2 Nennungen)?

3,0 Punkte

b) Nennen Sie 3 Möglichkeiten, um die Bildung von Makroseigerungen einzuschränken. Geben Sie eine kurze Erklärung zu dem jeweiligen Verfahren.

3,0 Punkte

c) Wie ist die Erstarrungsgeschwindigkeit definiert? Nennen sie die wesentlichen Einflussgrößen!

2,5 Punkte

d) Welche Aufgaben hat das Gießpulver? (5 Nennungen)

2,5 Punkte

e) Zeigen Sie in einer Skizze der primären Kühlzone alle Wärmeübergangsschichten und zeichnen Sie gleichzeitig in Ihre schematische Zeichnung die korrespondierende Temperaturverteilung in der jeweiligen Schichten ein.

3,5 Punkte

f) Eine neue Stahlgüte soll erstmals über eine Stranggießanlage vergossen werden.
Was muss der zuständige Ingenieur vorher beachten/ prüfen? (mind. 3 Nennungen).

1,5 Punkte

5. Aufgabe: Umweltschutz

16 Punkte

a) Nennen Sie eine der Definitionen des Sustainable Developments.

1,0 Punkte

b) Nennen Sie mindestens drei unterschiedliche Schrottsorten und geben Sie für jede eine kurze Definition oder Beschreibung an.

3,0 Punkte

c) Nennen Sie drei Methoden zur Verwertung von Filterstäuben der Eisen- und Stahlindustrie.

1,5 Punkte

d) Die Senkung des spezifischen Energieverbrauchs ist auch eines der Ziele der Eisen- und Stahlindustrie. Nennen sie vier verschiedene Potentiale, um dieses Ziel zu erreichen.

2,0 Punkte

e) Nennen Sie vier weitere Reststoffe, die in der Eisen- und Stahlindustrie anfallen!

2,0 Punkte

f) Nennen Sie vier Begleit- oder Schadelemente, die mit dem Altschrott in den Stahlkreislauf geraten. (Außer Ni, Co und Cr)

2,0 Punkte

g) Nennen Sie die Grundsätze des Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetzes, nach denen Abfälle verwertet werden sollen.

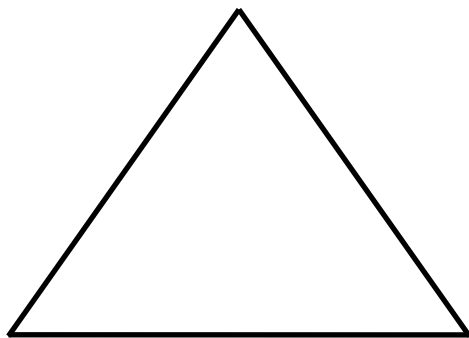
1,5 Punkte

h) Nennen Sie vier Verwertungswege für Stahlwerksschlacken.

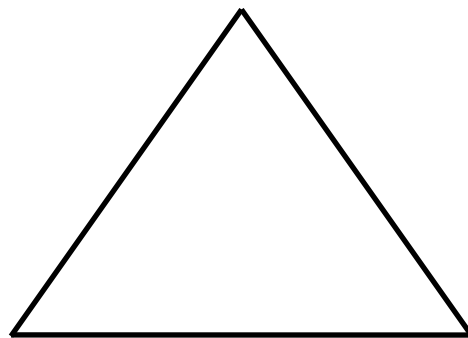
2,0 Punkte

i) Zeichnen Sie in beigefügte Dreistoffdiagramme jeweils die Lage von Hochofenschlacke und LD-Frischschlacke ein. Beschriften Sie die Diagramme!

1,0 Punkte



LD-Schlacke



Hochofenschlacke