



SUN ELECTRIC NEDERLAND B.V.

S U N E L E C T R I C N E D E R L A N D B . V .

INTEROFFICE CORRESPONDENCE

AAN : Vertegenwoordigers Automotive/Equipment
Instructeurs
A. Pot
Verkoop binnendienst
A. Tulleken
R. van Hoorn

COPIE AAN : H. Bakker

DATUM : 25 juli 1990

VAN : F.J. Sterk

REF.NR. : 4255d/FJS-bdg

BETREFT : antwoorden op vragen over Lambda en milieuvervuiling

L.S.,

Bijgaand ontvangt u een vertaling van een zeer duidelijk en leerzaam artikel, dat is geschreven door John Marten, Director of Engineering van Sun Electric Europe.

Sommige punten zijn reeds eerder door ondergetekende in verschillende memo's neergelegd. Ook zult u diverse gegevens aan kunnen treffen in ons Lambda boekje.

Voor de volledigheid en om het geheel in zijn verband te laten, en om aan de kwaliteit van het zeer goede artikel van John Marten geen afbreuk te doen, is hierbij de gehele vertaling gevoegd.

Lees en bestudeer dit zorgvuldig.

U krijgt antwoord op vele vragen en dit geeft u de kennis om vele u bereikende vragen te beantwoorden.

In verband met onze uitbreiding van activiteiten op meergasmeting (MGA-1200 o.a.!) is bezit van voldoende kennis en argumentatie van extreem groot belang.

Met vriendelijke groeten,



Fred Sterk

Twintig vragen - en het antwoord hieropSamenvatting

Twintig vragen met als onderwerp: atmosfeervervuiling door auto's, inclusief het "Broeikaseffect".

Wat zijn de vervuilende bestanddelen en wat zijn hun gevolgen?
Waarom komen zij voor en hoe worden zij in het voertuig geregeld?
Hoe stelt u een diagnose om een fout op te sporen?

De antwoorden zijn gericht op deze zaken en vermijden het verkoopverhaal. Hopelijk helpen deze antwoorden om de mensen die auto's repareren, beter hun werk te laten doen.

Artikelen in vakbladen, geschreven door employes van technische handelsondernemingen op het gebied van motortestapparatuur, promoten meestal de door de betreffende bedrijven op de markt gebrachte produkten. Tegelijk worden concurrerende produkten in een minder goed daglicht gesteld. Dit wordt kunstig verpakt door een kwasi-belerend toontje te hanteren of het geheel als advies te vermommen om vooral iets niet te kopen wat niet nodig lijkt of wat niet werkt op systemen die nog niet eens zijn ontwikkeld.

Dit artikel concentreert zich op feiten en het beantwoorden van vragen over actuele zaken. Zaken die, die mensen die auto's repareren hoofdpijn bezorgen, omdat zij nauwelijks weten waarmee zij zich bezighouden. Hopelijk zijn de antwoorden zowel nuttig als interessant voor gebruikers van testapparatuur.

Het is duidelijk dat vervuiling op dit moment zeer in de belangstelling staat. Vooral vervuiling door uitlaatgassen. Met vermindering en regeling van deze vervuiling houden katalysatoren verband. Waarom hebben wij dit soort regelsystemen nodig en wat doen zij? Wat is eigenlijk vervuiling en wat voor kwaad doet het ons?

De ironie wil, dat het eindprodukt van een efficiënte complete verbranding, namelijk kooldioxyde, recent een slechte naam heeft gekregen. Het wordt verantwoordelijk gehouden voor opwarming van de aarde. Dit wordt het startpunt van de vraagstelling.

Vraag 1: wat is kooldioxyde?

Antwoord

Kooldioxyde is een eindprodukt van een complete verbranding van een op koolstof en waterstof gebaseerde brandstof- een koolwaterstof (Het andere eindprodukt is water).

Een molecule kooldioxyde bevat een atoom koolstof en 2 atomen zuurstof. Het chemische symbool is CO_2 .

Het is chemisch erg stabiel en reageert niet gemakkelijk met andere moleculen. Het is niet giftig en wordt door elk ademend dier geproduceerd. (Ook door vissen!).

Zuurstof wordt ingeademd en kooldioxyde met een concentratie van ca. 5% wordt uitgeademd. Kooldioxyde wordt door alle groene planten in een zogenaamde fotosynthese geabsorbeerd. Dit gebeurt alleen bij daglicht, terwijl ook zuurstof in de atmosfeer wordt gebracht.

Het leeuwendeel van de door bomen en planten benodigde CO_2 wordt uit de atmosfeer betrokken.

Vraag 2: hoe draagt CO_2 bij tot het "Broeikaseffect"?

Antwoord

CO_2 vermindert de warmteuitstraling door de atmosfeer van de aarde. Net zoals een deken ons warm houdt in bed. Een toename van de CO_2 -concentratie versterkt de isolatiecapaciteit van de atmosfeer. Een normale concentratie (1990) is ongeveer 0,04%. (Er bestaat een algemeen aanvaarde industriestandaard, dat CO_2 de 0,5% niet mag overschrijden).

Vraag 3: waarom neemt het atmosferische CO_2 gehalte toe?

Antwoord

Er is een evenwicht tussen CO_2 producenten (wij) en gebruikers (planten, bomen, oogsten enz.). De produktie van CO_2 neemt echter toe door industrialisatie en energieverbruik. Dit betekent dat het evenwicht is verstoord en dat de hoeveelheid CO_2 wat wordt geproduceerd vele malen groter is, dan de hoeveelheid, welke wordt geconsumeerd.

Vraag 4: wat zijn de hoofdproducenten van CO_2 ?

Antwoord

Elke proces dat olie, kolen, hout, petroleum, dieselbrandstof, paraffine of andere koolwaterstofhoudende brandstoffen verbrandt. In relatie tot industriële-en huishoudelijke verbranding draagt de automobielsector voor minder dan de helft bij in de CO_2 produktie. De bijdrage van mens en dier is relatief onbelangrijk. Om dit tot zover samen te vatten: CO_2 is het eindprodukt van complete verbranding van een koolwaterstof-houdende brandstof. Het is niet giftig of schadelijk, maar als geen maatregelen worden genomen om het evenwicht tussen "producenten" en "gebruikers" te herstellen, zal de concentratie CO_2 in de atmosfeer langzaam toenemen, waarbij de warmte isolerende eigenschappen zullen toenemen.



Vraag 5: wat zijn de andere bestanddelen van uitlaatgassen van auto's die als vervuilers worden gekenmerkt?

Antwoord

De volgende zijn de belangrijkste vervuilers:

Koolmonoxyde	Co
Gedeeltelijk verbrande- of onverbrande koolwaterstof (brandstof)	HC
Verschillende oxydes van stikstof	NOx

Co en HC zijn beide produkten van een niet efficiënte verbranding. NOx is een ander probleem. Van deze drie is Co het hoofddoel van de meeste motor-regelsystemen en wetgevers. Vergelijken met Co₂ heeft Co slechts één atoom zuurstof en is chemisch veel actiever.

Vraag 6: waarom is Co zo'n probleem?

Antwoord

Het is zeer giftig. Het reageert met een chemische substantie in het bloed, welke functioneert als "zuurstoftransporteur". Deze substantie absorbeert heel gemakkelijk zuurstof in de longen en laat deze zuurstof weer in het lichaamweefsel vrij. Als deze substantie Co absorbeert, in plaats van zuurstof, is zijn functie onomkeerbaar verloren gegaan. Omdat Co geen smaak of reuk heeft en onzichtbaar is, betekent dit een groot gevaar. Als maximum concentratie is 30 delen per miljoen een algemeen aanvaard maximum.

Vraag 7: welke problemen in de automotor veroorzaken inefficiënte verbranding?

Antwoord:

Niet juiste mengsels. Een overmaat aan brandstof ten opzichte van lucht, of een rijk mengsel, produceert zowel Co als HC. Een arm mengsel produceert alleen HC, omdat vonkoverslag op gaat treden. Dit wordt ook veroorzaakt door ontstekingsproblemen.

Vraag 8: hoe worden Ho en HC in de auto geregeld?

Antwoord:

Er bestaan twee strategieën. De eerste is er voor te zorgen, dat zo weinig mogelijk wordt geproduceerd, door de lucht/brandstofverhouding te regelen en de tweede is de Co en HC in de uitlaat te verbranden, om zodoende Co₂ en water te produceren.

De eerste strategie wordt uitgevoerd door zuurstof (O_2) in de uitlaat te meten door middel van een lambda sensor en deze meting te gebruiken om het brandstof injectiesysteem zodanig te regelen, dat de lucht-brandstofverhouding correct is.

De tweede strategie biedt de mogelijkheid om verbranding (of oxydatie) van Co en HC bij een lagere temperatuur te laten plaatsvinden dan bij een normale verbranding. Per definitie zet de katalysator het proces in werking zonder zelf daaraan deel te nemen, en wordt derhalve niet door het proces beïnvloed.

Vraag 9: was is lambda?

Antwoord

Buiten dat het de Griekse letter λ is, is het een symbool voor vergelijkende meting (in tegenstelling tot een absolute meting) van de lucht-/brandstofverhouding. Vergeleken met wat?

Elke brandstof heeft zijn specifieke lucht-/brandstofverhouding. Dit is afhankelijk van zijn exacte chemische samenstelling, waarbij chemisch de juiste verbranding plaats vindt.

Dit wordt de "stochiometrische" lucht-/brandstofverhouding genoemd en deze verhouding ligt bij de meeste normale, op petroleum gebaseerde brandstoffen, rond 14,8:1 (absolute waarde).

Bij deze lucht-/brandstofverhouding wordt alle brandstof verbrand en alle zuurstof in de lucht wordt verbruikt. Het mengsel is dus niet rijk noch arm. Dus als $\lambda = 1$, dan is de lucht-/brandstofverhouding stochiometrisch!

Zo eenvoudig is dat!

Als $\lambda < 1$ is, is de verhouding rijk en als $\lambda > 1$ is, dan is de verhouding arm.

Als $\lambda 0,9$ is, dan is het mengsel 10% te rijk en als $\lambda 1,1$ is, dan is het mengsel 10% te arm!

Lambda is dus een hoeveelheidsmeting met betrekking tot "rijk" of "arm" onafhankelijk van de soort brandstof.

Het is duidelijk, dat lambda gebruikt kan worden voor diagnosedoeleinden. Voordat dit ter sprake komt, is er eerst nog een algemene vraag, in relatie tot katalysatoren.

Vraag 10: waarom hebben wij loodvrije brandstof nodig?

Antwoord

Omdat lood de katalysator vergiftigd. Ook mensen worden vergiftigd, dus door geen lood in de atmosfeer te brengen zal dit ten goede komen aan onze gezondheid.

Lood reduceert progressief en onomkeerbaar de efficiënte werking van de katalysator, net zoals Co de eigenschap van bloed reduceert om zuurstof te transporteren.

Het lood wordt als tetra-ethyllood of TEL in de raffinaderij aan de brandstof toegevoegd en komt niet van nature in de brandstof voor. De reden om TEL toe te voegen is het octaangetal te verhogen oftewel de eigenschap om spontane voor-ontsteking te krijgen, te verminderen.

Het lood verwijderen creëert een probleem. Er moest iets anders worden gedaan om de brandstof zijn hoge octaangetal terug te geven.

We gaan verder met lambda en diagnose.

Vraag 11: wat voor nut heeft lambda bij diagnose stellen?

Antwoord

Als u Co, HC, CO₂, en O₂ bestanddelen in het uitlaatgas kunt meten, is de lucht-/brandstofverhouding te bepalen.

Er bestaan diverse laboratoriummethoden om dit te doen, maar er is een specifieke methode, waarover overeenstemming bestaat dat deze methode als de meest bruikbare geldt om tot een goede diagnose te komen.

Een belangrijk aspect van deze methode is, dat deze niet uitgaat van een perfecte verbranding. Vele auto's die we in de praktijk onderzoeken, hebben een ver van optimale verbranding.

Als we de lucht-/brandstofverhouding hebben bepaald is het vervolgens eenvoudig lambda te berekenen en we hebben tevens een methode om een rijk- of arm mengsel te meten, zonder dat het wel of niet aanwezig zijn van een katalysator een rol speelt.

Ook of de katalysator wel of niet werkt is hierbij onbelangrijk.

Dus problemen, veroorzaakt door foutieve mengsels behoren vanaf nu tot het verleden! U kunt nu immers bepalen of dit wel of niet een oorzaak is van het niet optimaal functioneren van de motor.

Dit is een zeer belangrijk diagnoseinstrument.

Tegelijk is dit de reden waarom Sun deze lambda-calculatie en meetmogelijkheid in haar testapparatuur heeft aangebracht. Ja, sommige andere fabrikanten doen dit ook.

Vraag 12: hoe zit het met NOx?

Antwoord

Een verscheidenheid aan stikstofoxyden worden door hoge compressie en hoge temperatuur in de verbrandingsruimte geproduceerd. Dit correspondeert met rijcondities met een grote gasklepopening, zoals acceleratie, sterk stijgende wegen en rijden onder volle belasting, zoals bij volgas rijden.

Vaak wordt gezegd, dat NOx een specifiek probleem is bij dieselmotoren, door hun hoge compressie en hoge verbrandingstemperaturen.

Helaas is het zo, dat NOx wordt geproduceerd, juist onder die omstandigheden, waarbij Co en HC een minimum waarde bereiken.

Vraag 13: hoe wordt NOx in de auto geregeld?

Antwoord:

Opnieuw, door een tweeledige aanpak. De neiging om NOx te produceren wordt gereduceerd door bij grote gasklepopening een kleine hoeveelheid uitlaatgas mee

te laten circuleren, waardoor de temperatuur wordt verlaagd en de vorming van NOx wordt verminderd. Wat wordt geproduceerd, wordt in de katalysator verwijderd.

Dit gebeurt tijdens een proces wat reductie wordt genoemd.

Dit staat in tegenstelling tot oxydatie of verbranding zoals dat bij Co en HC plaats vindt.

De zuurstof en de stikstof worden gedwongen om zich te verbinden.

Zuurstof verbindt zich met koolmonoxyde, zodat kooldioxyde wordt gevormd en het stikstof gaat terug in de atmosfeer.

Stifstof (N₂) maakt voor 79% deel uit van onze atmosfeer, terwijl het zuurstofaandeel 20,8% uitmaakt. De resterende 0,2% van de atmosfeer wordt door diverse andere gassen ingevuld.

Vraag 14: moet ik mij zorgen maken over de mogelijkheid in de toekomst Nox te kunnen meten?

Antwoord:

Op korte termijn (zeg de eerste jaren) Neen!

Er is door de betrokken instanties geen enkele overeenkomst met betrekking tot meetstandaarden, procedures, methoden enz, gesloten.

Eventueel zou het nodig kunnen worden NOx, of op een vermogenbank of onder gecontroleerde wegomstandigheden, te kunnen meten.

Vraag: 15: wat zijn de effecten van deze vervuilers op het milieu?

Antwoord:

Het volgende:

Co₂ : geen direct effect, maar veroorzaakt een langzame toename van de isolerende werking van de atmosfeer.

Co₂ is een van de veroorzakers van het broeikaseffect, er zijn meerdere oorzaken

*Co : zeer giftig. Een serieus gevaar voor de gezondheid bij intensief autoverkeer in vrijwel opgesloten gebieden zoals stedelijke agglomeraties.

*NOx : (en zwaveldioxyde door verbrande kolen) dragen beide bij tot het vormen van "zure regen".

*HC : (en NOx) dragen bij tot het formeren van foto-chemische smog. Vooral in hiervoor gevoelige gebieden met een hiervoor geschikt microklimaat. Deze smog is de veroorzaker van ernstige oog- en longklachten door de hierin aanwezige ozon.

Vraag 16: welke diagnoses zijn nu te stellen?

Antwoord:

- | | |
|---|--------------------------|
| * Lambda= hoog, HC laag, Co ₂ laag. | Probleem: uitlaatlekkage |
| * Lambda= laag, HC hoog, Co hoog, Co ₂ laag. | Probleem: rijk mengsel |
| * Lambda= hoog, HC hoog, Co laag, Co ₂ laag. | Probleem: arm mengsel |
| * Lambda= 1.00, HC hoog, Co ₂ laag. | Probleem: vonkoverslag |

Vraag 17: welke standaard kan ik hanteren om "hoog" en "laag" te bepalen?

Antwoord:

Dit hangt af van het wel- of niet aanwezig zijn van een katalysator.

Typische emissiewaarden; geen katalysator (moderne automotor)

Co : 0,5 - 1,5%
HC : 50 - 400 ppm
Co₂ : 13 - 14,5% (hoger is beter)
O₂ : 0 - 2%
 λ : 0,90 - 1,1°

Typische emissiewaarden; met katalysator

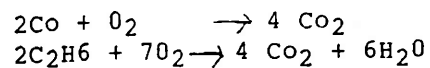
Co : 0,5 - 0,5%
HC : 5 - 30 ppm
Co₂ : 13 - 15,5% (hoger is beter)
O₂ : 1,00 - 3,00%
 λ : 0,97 - 1,03

(De toleranties zijn hier niet extreem scherp genomen)

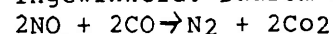
Vraag 18: wat is het verschil tussen een 2-weg en een 3-weg katalysator?

Antwoord:

Een 2-weg katalysator verwijdert Co en HC als volgt:



Een 3-weg katalysator verwijdert tevens NO_x. Deze chemische reactie is ingewikkeld. Daarom wordt alleen de reactie van NO gegeven.





Vraag 19: vereist de verwijdering van NOx een bepaalde lucht-/brandstofverhouding?

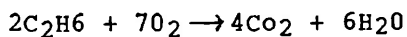
Antwoord:

Ja! Er moet enig Co beschikbaar zijn om de zuurstof aan te trekken. Daarom wordt de lambda-waarde dicht bij 1.0 gehouden. Als er geen Co wordt geproduceerd kan de reactie met zuurstof niet plaatsvinden. We spreken daarom van een "lambda-venster". Dit "lambda-venster" bevindt zich tussen de waarden 0,97 en 1,03. Als lambda niet tussen deze twee waarden wordt gehouden werkt de katalysator minder effectief.

Vraag 20: wat is de beste manier om vervuiling te voorkomen?

Antwoord:

Gebruik minder brandstof! De moderne aanpak van vervuilingsbestrijding zet schadelijke vervuilers om in Co₂. De hoeveelheid geproduceerde Co₂ is een direct resultaat van de hoeveelheid gebruikte brandstof. Elke strategie, waarbij het brandstofverbruik wordt gereduceerd, vermindert de Co₂ produktie. Kijk nog eens naar de fundamentele vergelijking, die voor deze gelegenheid wat is vereenvoudigd, maar heel duidelijk het punt benadrukt:



Elke 2 moleculen koolwaterstofhoudende brandstof produceren, na verbranding, 4 moleculen CO₂. Zij vervangen 7 moleculen atmosferische zuurstof door 4 moleculen CO₂ en 6 moleculen water.

Zelfs als u niet precies weet wat een molecule is, zal u zeker duidelijk zijn wat er moet gebeuren!

- 1 Verminder het gebruik van koolwaterstofhoudende brandstoffen.
- 2 Vind alternatieve energiebronnen, die de atmosferische zuurstof niet verwijderen en vervangen door kooldioxyde.
- 3 Stop de aarde te ontdoen van groene planten en bomen.

SUN ELECTRIC NEDERLAND B.V.
Spaklerweg 69
1099 BB Amsterdam
tel.: 020-5682611